



**INÊS MARGARIDA
GRAÇA MENDES**

**COMO CONSTRUIR E DINAMIZAR UMA EXPOSIÇÃO
INTERACTIVA DE CIÊNCIA**



**INÊS MARGARIDA
GRAÇA MENDES**

**COMO CONSTRUIR E DINAMIZAR UMA EXPOSIÇÃO
INTERACTIVA DE CIÊNCIA**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Comunicação e Educação em Ciência, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Paulo Renato Pereira Trincão, Professor auxiliar da Universidade de Aveiro

Agradeço à minha família e à equipa de trabalho da *Fábrica CCVA*.

o júri

presidente

Doutora **Maria Luis Rocha Pinto**
professora associada da Universidade de Aveiro

Doutor **Júlio Borlido dos Santos**
professor auxiliar do IBMC do Porto

Doutor **António Manuel Veríssimo Pires**
professor auxiliar da Universidade de Coimbra

Doutor **Paulo Renato Pereira Trincão**
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

O presente trabalho propõe-se divulgar em detalhe a elaboração da exposição interactiva *Mãos na Massa*, presente na *Fábrica Centro Ciência Viva, Aveiro*. Nesse sentido gostaria de agradecer ao professor Paulo Trincão a confiança que depositou em mim e as competências que através dele adquiri. Ao professor Pedro Pombo, co-orientador deste projecto, agradeço o rigor científico e o gosto pela comunicação da ciência que me transmitiu. Agradeço a toda a equipa de trabalho da *Fábrica*, pelas críticas que apresentou, e que tão benéficas foram para a execução deste trabalho. Um reconhecimento especial à minha família por me fazer acreditar que era possível chegar até aqui. Agradeço ainda ao arquitecto Joaquim Morais Oliveira, e à equipa do Gabinete de Imagem pela dedicação e compreensão que apresentaram pelo projecto.

palavras-chave

Comunicação e divulgação de ciência, museus e centros de ciência, exposições, módulos interactivos, actividades interactivas

resumo

O presente trabalho teve como objectivo descrever a concepção da exposição interactiva de ciência *Mãos na Massa*, bem como a criação de ferramentas de apoio/exploração da mesma. Instalada na *Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro*, esta consiste numa exposição permanente, e possui um conjunto de módulo interactivos relacionados com várias áreas da ciência. A selecção dos módulos bem como o design da exposição foi detalhadamente descrita neste trabalho. O nome da exposição e dos módulos, as suas legendas e a criação de novos módulos inspirados em temas regionais, foram aspectos determinantes para a elaboração desta exposição tendo sido também descritos e fundamentados. Uma contextualização teórica foi previamente efectuada com o objectivo de justificar algumas opções tomadas na concepção da exposição. Para complementar as visitas à exposição, foi elaborado um caderno de actividades, estando estas directamente relacionadas com os pressupostos científicos de cada módulo interactivo. As actividades deste caderno podem ser realizadas antes ou após uma visita à exposição *Mãos na Massa*, ou seja, podem ser um estímulo ou complemento a uma visita.

keywords

Communication and science promoting, museum and science centers, exhibition, hands-on exhibits, hands-on activities

abstract

This work seeks to describe the conception of an interactive science exhibition *Mãos na Massa*, as well as the creation of tools to explore it. This permanent exhibition, *Fábrica Science Center of Aveiro*, includes a group of practical exhibits, related to several scientific phenomena. The selected exhibits and designs were described at length in this work. The exhibition and exhibits' name, the subtitles and the creation of new hands-on exhibits, inspired on regional aspects, described and justified in this work, were some determinant factors in planning this exhibition. At first, a theoretical contextualization was done with the intent of justifying some options taken in the conception of this exhibition. To complement the exhibition visits, a hands-on activity workbook was prepared, which is directly related to the phenomena's presented in the hands-on exhibits. This activity workbook can be used before or after the *Mãos na Massa* exhibition visit, in other words, it can be an incentive to or an aid for the visit.

ÍNDICE

1. Introdução.....	1
2. Enquadramento teórico.....	5
2.1. Importância da ciência e da tecnologia.....	5
2.2. Importância da divulgação científica.....	8
2.2.1. Educação.....	8
2.2.2. Civismo.....	9
2.2.3. Mobilização popular.....	9
2.3. Importância da comunicação científica.....	10
2.3.1. O Desenvolvimento das Sociedades.....	10
2.3.2. A Comunidade Científica.....	11
2.3.3. A Ciência e o Processo Democrático.....	12
2.3.4. Visibilidade, Consenso e Confiança.....	12
2.3.5. A Comunicação e a Interdisciplinaridade na Ciência.....	13
2.4. Museus e Centros de Ciência.....	14
2.4.1. Perspectiva histórica.....	14
2.4.2. Objectivos e características.....	20
2.4.3. Aprendizagem em Museus e Centros de Ciência.....	25
2.4.3.1. Ensino das ciências.....	29
2.4.3.2. Educação formal, não formal e informal em ciência.....	30

2.4.4. Exposições interactivas de ciência.....	34
2.4.4.1. Módulos interactivos.....	35
2.4.4.2. Públicos.....	39
2.4.4.3. Organização dos módulos.....	41
2.4.4.4. Elaboração das legendas.....	42
3. Metodologia de investigação.....	45
3.1. Etapas do trabalho.....	45
3.2. Fábrica Centro Ciência Viva, Aveiro.....	46
3.2.1. Contextualização de criação do Centro.....	47
3.2.2. Valências existentes no Centro.....	48
4. Exposição interactiva Mãos na Massa.....	52
4.1. Reflexão sobre a concepção da exposição.....	53
4.1.1. Arquitectura e design da exposição.....	54
4.1.2. Nome da exposição.....	56
4.1.3. Selecção dos módulos.....	57
4.1.4. Selecção dos nomes e legendas dos módulos.....	58
4.1.5. Quiosque de conteúdos.....	59
4.2. Descrição detalhada da exposição.....	60
4.2.1. Organização dos módulos.....	60
4.2.2. Entrada e saída da exposição.....	61
4.2.3. Descrição de cada módulo e dos pressupostos científicos.....	62
a) A matemática abre portas.....	63
b) O monstro da matemática.....	64
c) Passadeira do saber.....	65
d) Pintura magnética.....	68
e) Livro falante.....	69
f) Celtic Stone.....	70
g) Ilha de luz.....	71
h) Na óptica de Fresnel.....	72
i) À procura do infinito.....	73

j) Espelho meu, espelho teu...	74
k) My precious.....	75
l) Areia dançante.....	76
m) Janela indiscreta.....	77
n) Esculturas líquidas.....	78
o) Canhão electromagnético.....	79
p) De pôr os cabelos em pé.....	81
q) Vê o que o espelho te diz.....	82
r) Pincel de luz.....	83
s) Holograma.....	84
t) Travão magnético.....	85
u) Tubos de Newton.....	86
v) Bolas de sabão fantasma.....	87
w) Mecânica das roldanas.....	89
x) Conhecer os investigadores.....	90
y) Labirinto óptico.....	91
z) Giroscópio humano.....	91
aa)Escrever com uns e zeros.....	92
bb)Quadro de Galton.....	93
cc) Era uma vez o código Morse.....	94
dd)Trabalhar para aquecer.....	95
ee)Foguetão de hidrogénio.....	96
ff) Tsunami.....	97
gg)Captar o vento.....	98
hh)Rodas dentadas.....	98
ii) Vê como eles te vêem.....	99
jj) Com peso e medida.....	100

5. Instrumentos de apoio à exposição Mãos na Massa.....102

5.1. Compilação dos pressupostos científicos dos módulos interactivos.....	103
---	-----

5.2. Caderno de actividades.....	104
----------------------------------	-----

5.2.1. Construção do caderno de actividades e contextos de aplicação.....	105
6. Conclusão e apreciação final.....	107
7. Referências bibliográficas.....	110
8. Anexos.....	115

Anexo I – Conteúdos para *Quiosque*

Anexo II – Layout da exposição com a distribuição dos módulos –
Exposição completa

Anexo III – Layout da exposição com a distribuição dos módulos –
Primeira sala

Anexo IV – Layout da exposição com a distribuição dos módulos –
Segunda sala

Anexo V – Tabela com relação entre os módulos interactivos e os
pressupostos científicos

Anexo VI – Caderno de actividades – *Mãos no Laboratório*

1. Introdução

Pensar em ciência resumia-se, há algumas décadas, a experiências, cientistas e laboratórios. No entanto a ciência deixou de pertencer a um ciclo restrito de personagens ou espaços, ela entrou no quotidiano de todos. Hoje falar de ciência significa também falar de tecnologia, telemóveis, computadores, LED's, carros, poluição, energia nuclear, entre muitos outros temas. Para permitir o livre julgamento da população relativamente a inúmeros temas do nosso dia-a-dia, a ciência deve ser comunicada e explorada, para depois ser por todos interpretada. Por vivermos e convivermos diariamente com a ciência, é natural deixarmos de pensar na *cultura científica*, para pensar simplesmente em *cultura*.

Há duas décadas Mariano Gago apresentou no seu “Manifesto para a ciência em Portugal” o estado da ciência no nosso país. Sugeriu um conjunto de medidas interventivas que quebrassem o isolamento científico que nos separava dos restantes países da Europa. Segundo ele são vários os protagonistas que participam no desenvolvimento científico de um país: os cientistas, o governo, as escolas, as entidades privadas, entre outros. Com uma intervenção menos formal, mas igualmente importante, Mariano Gago apresenta os museus e centros de ciência como instituições dirigidas para um público bastante abrangente que apresentam ferramentas e competências para a promoção da ciência junto de vários públicos.

Os Centros de Ciência não surgiram de um momento para o outro com a sua vertente interactiva. Foram necessárias modificações nos antigos museus de ciência, para se chegar aos actuais centros interactivos de ciência. Naturalmente que os museus de ciência continuaram a existir, mas foi a partir destes que se organizaram os espaços interactivos. Enquanto os museus de ciência se baseiam nas colecções que albergam, resultando da recolha de um vasto património, os centros de ciência dispensam as tradicionais colecções, apostando nos módulos interactivos que simulam os fenómenos científicos. Os museus encarregam-se de recolher, catalogar e preservar um espólio que pode ser aí contemplado, no entanto cabe aos Centros de Ciência a exploração das ideias dadas por esse espólio. (Hernández, 1998).

Actualmente os Centros de Ciência são considerados espaços com um importante papel para a compreensão pública da ciência, estimulando o interesse e a curiosidade pelas questões científicas, sendo ainda um complemento para os recursos da educação formal. A característica essencial das actividades desenvolvidas nos Centros de Ciência, visa sempre aguçar a curiosidade inata das crianças e redespertá-la nos adultos. A possibilidade de ver, ouvir, tocar, experimentar, questionar, discutir, reflectir, ou seja, interagir como sujeito activo com o objecto tecnológico, é uma contribuição substancial para a compreensão do quotidiano. Quando um percurso é imposto ao visitante, a aprendizagem deixa de o entusiasmar. No entanto quando o percurso é autónomo torna-se autodidacta. É o que ocorre nos Centros de Ciência.

O *Centro Ciência Viva de Aveiro, Fábrica*, surgiu associado à Universidade de Aveiro, escola superior com reconhecimento internacional no que toca à investigação da ciência. Encontra-se instalado na antiga Companhia Aveirense de Moagens e desde a sua abertura tem realizado melhoramentos graduais no edifício. Enquanto entidade promotora de ciência, o centro tem acolhido periodicamente diversas exposições de ciência e tecnologia, dinamizado workshops temáticos e tem ainda promovido debates sobre alguns dos problemas/interesses da actualidade.

O projecto aqui descrito surgiu da necessidade de na *Fábrica Centro de Ciência Viva de Aveiro* se implementar uma exposição interactiva permanente, com capacidade para receber distintos públicos, e que permitisse a experimentação e a descoberta da ciência de uma forma autónoma. Na verdade, a *Fábrica*, devido à original arquitectura, condicionou as visitas de grupos exclusivamente a oficinas de ciências, restritas a um número limitado de visitantes. Nesse sentido, esta exposição surgiu como uma valência mais independente e autónoma, que se tem mostrado uma mais valia para o Centro.

Surge assim a exposição permanente *Mãos na Massa*, inteiramente idealizada e organizada pela equipa deste Centro Ciência Viva. É importante referir que a Fábrica contém uma particularidade que a torna única e extremamente fascinante: o facto de estar instalada numa antiga fábrica de moagens. A arquitectura do edifício condicionou, mas de forma positiva, as intervenções e instalações de novas actividades no centro. Optou-se assim pela introdução de materiais que não perturbassem a arquitectura já existente, mas que lhe sugerissem alguma contemporaneidade. Criou-se um contexto com o objectivo colocar o visitante numa posição emocionalmente favorável, criando condições para o desenvolvimento do interesse pelo mundo das ciências.

Neste trabalho foram abordados todos os detalhes relativos à criação, organização e instalação da referida exposição permanente, *Mãos na Massa*. O nome *Mãos na Massa* surgiu da associação frequente da expressão *hands-on* ao poder mexer, em oposição ao *hands-off*, proibido mexer. Esta exposição é composta por um conjunto de trinta e sete módulos interactivos, sobre várias áreas da ciência. Alguns foram adquiridos a empresas internacionais especializadas na construção destes equipamentos, outros foram elaborados na *Fábrica*, tendo-se o cuidado de manter o aspecto fabril da exposição. A descrição do funcionamento dos módulos, a fundamentação para o local onde foram instalados, as cores, as dimensões, os materiais utilizados, e muitos outros aspectos foram exaustivamente descritos neste trabalho.

Os centros de ciência são naturalmente utilizados em larga escala pelo ensino formal das ciências, nomeadamente por professores e alunos, para a compreensão de determinados conceitos presentes nos programas curriculares.

Neste sentido foi criado um caderno de actividades, intitulado *Mãos no Laboratório*, inspirado nos conteúdos dos módulos interactivos experimentados na exposição *Mãos na Massa*. Ou seja, foram identificados os fenómenos científicos de cada módulo interactivo, e elaboradas actividades experimentais simples relativas a esses mesmos fenómenos. As actividades podem ser realizadas na *Fábrica*, na escola ou em casa. Foram estrategicamente seleccionados materiais do quotidiano para que este caderno de actividades fosse uma ferramenta acessível a todos os públicos. Este caderno encontra-se dividido em três grandes temas: óptica, electromagnetismo e mecânica. Foram atribuídos nomes sugestivos alusivos aos temas, nomeadamente: *Vê com as pontas dos dedos*, *Atrair ou ser atraído* e *Gira que gira*. Estas actividades foram testadas e melhoradas consistindo actualmente numa nova ferramenta de trabalho da *Fábrica Centro de Ciência Viva de Aveiro*.

2. Enquadramento teórico

2.1. Importância da ciência e da tecnologia

“A ciência pode parecer primitiva e infantil, mas é a coisa mais preciosa que temos.” Albert Einstein.

Não restam actualmente dúvidas quanto à importância da ciência para a sociedade. A afirmação citada serviu já de inspiração a títulos de livros, e continua válida para muitos cientistas e em geral para pessoas interessadas pelas ciências, que reconhecem a sua *preciosidade*.

Segundo João Serra e Jorge Alves, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, podemos pensar na ciência como uma tentativa de representação da realidade que nos rodeia. Esta representação, feita através de modelos que construímos mentalmente, deve ser o mais simples, abrangente e coerente possível, e permitir fazer previsões sobre o futuro dos sistemas que se pretendem representar. O único critério objectivo que nos permite avaliar a validade dos modelos é o acordo ou desacordo dessas previsões com o comportamento dos sistemas em estudo. Definida desta forma não existe qualquer dúvida de que, sendo única a realidade que nos cerca, o mesmo se deve passar relativamente à ciência. Ou seja, os diferentes ramos da ciência são apenas o resultado de diferentes processos de construção de modelos relativos a diferentes aspectos da realidade, que neste momento se encontram relativamente

longe de conduzirem a uma representação global da realidade. Esta evolução na visão que temos do mundo só será possível pelo facto de os diferentes ramos da ciência utilizarem uma linguagem comum, vocacionada para a objectividade e clareza. A utilização de uma linguagem adequada é fundamental para uma ciência progredir. As ciências tratam de problemas que nos interessam a todos: a vida, a matéria, o universo, o ambiente, entre muitos outros. O seu valor decorre do reflexo que têm na nossa vida.

No entanto, a ciência não nos revela a verdade, diz-nos antes o que há de verdade na visão que temos do mundo que nos rodeia. A ciência assume claramente que não sabe a resposta a todas as perguntas, nem que perguntas devem ser formuladas. Neste sentido a ciência encontra-se em constante questionamento sobre o seu próprio pensamento. O processo de construção da ciência é eminentemente imaginativo, e neste sentido, a sua aprendizagem estimula fortemente os seus intervenientes.

A educação em ciências contribui para a formação do indivíduo como cidadão, tornando-o também futuro construtor dos saberes e agente activo da sua própria formação na medida em que lhe fornece métodos e instrumentos de análise do real. Aprender ciência, para além do desenvolvimento do indivíduo como tal, preparando-o para futuras tarefas que venha a desempenhar, tem o papel de o informar e de lhe permitir tomar decisões fundamentadas, contribuindo desta forma para uma cidadania responsável.

O exercício pleno da cidadania representa um dos maiores desafios das sociedades actuais. Nele se inscreve a participação dos cidadãos nas sociedades a que pertencem, concorrendo para o desenvolvimento de uma opinião pública esclarecida, activa e preocupada. Dele depende a busca de percursos e de soluções alternativas que informem de forma articulada as grandes decisões políticas, sociais e económicas, conciliando as aspirações dos cidadãos a uma qualidade de vida melhor em sintonia com os requisitos impostos pelo indispensável desenvolvimento harmonioso e sustentável das sociedades. Aceder à informação em geral, à construção de conhecimento de ciências e de tecnologia afigura-se essencial no desempenho esclarecido da cidadania nas sociedades contemporâneas. O reconhecimento deste facto atribui às comunidades

científicas e educativas responsabilidades intransmissíveis nos processos que intervêm na formação do indivíduo enquanto cidadão e no desenvolvimento da sociedade. (Serra, J. e Alves, J., 2001).

As ciências devem estar ao serviço da humanidade como um todo e devem contribuir para dar a todos um conhecimento mais aprofundado da natureza e da sociedade, uma melhor qualidade de vida e um ambiente são e sustentável para as gerações actuais e futuras. O conhecimento científico levou a inovações notáveis que têm sido em grande parte benéficas para a Humanidade. A esperança de vida aumentou acentuadamente e descobriram-se curas para muitas doenças. A produção agrícola cresceu de forma significativa em muitas partes do mundo, de modo a responder às necessidades das populações. Os desenvolvimentos tecnológicos e o uso de novas fontes de energia criaram a oportunidade de a Humanidade se libertar de trabalhos árduos. As tecnologias baseadas em novos métodos de comunicação, manuseamento da informação e informatização trouxeram oportunidades e colocaram desafios sem precedentes tanto ao trabalho científico como à sociedade em geral.

No entanto, além dos seus benefícios demonstráveis, as aplicações dos avanços científicos e a expansão da actividade humana também deram origem à degradação ambiental e aos desastres tecnológicos, contribuindo para uma certa desestabilização ou exclusão social. Devido a isso a comunidade científica deve procurar o fortalecimento da confiança e apoio público à ciência. Maiores esforços interdisciplinares, envolvendo quer as ciências naturais quer as sociais, são pré-requisitos indispensáveis para tratar de questões éticas, sociais, culturais, ambientais, sexuais, económicas e de saúde. Valorizar o papel da ciência com vista a um mundo mais equitativo, próspero e sustentável requer um compromisso a longo prazo de todos os agentes envolvidos, públicos ou privados, através da partilha do conhecimento científico (Conferência Mundial Sobre Ciência, 1999). Ainda na Conferência Mundial sobre Ciência se declara, “para que um país esteja em condições de satisfazer as necessidades fundamentadas da sua população, o ensino das ciências e tecnologia é um imperativo estratégico. Como parte dessa educação científica e tecnológica, os estudantes deveriam aprender a resolver problemas concretos e a satisfazer as necessidades da sociedade, utilizando as

suas competências e conhecimentos científicos e tecnológicos”. De facto, estão a ser levadas a cabo, em muitos países, reformas educativas que contemplam a alfabetização científica e tecnológica como uma das suas principais finalidades. No entanto a investigação em didáctica das ciências mostra repetidamente o elevado insucesso escolar, assim como a falta de interesse, e inclusivamente, repulsa que as matérias científicas geram. Encontramo-nos assim face a um reconhecimento alargado da necessidade de uma *alfabetização científica*. (Cachapuz, 2005)

2.2. Importância da divulgação científica

Popularização da ciência ou divulgação científica pode ser definida como o uso de processos e recursos técnicos para a comunicação da informação científica e tecnológica ao público em geral. Neste sentido, divulgação supõe a tradução de uma linguagem especializada, para uma linguagem leiga, visando atingir um público mais amplo. Assim a divulgação científica é um conceito mais amplo do que comunicação científica. A comunicação científica refere-se antes à comunicação de informação científica e tecnológica, transcrita em códigos especializados, para um público mais selecto formado maioritariamente por especialistas. (Albagli, 1996)

A importância dada à divulgação científica tem evoluído ao longo do tempo, acompanhando o próprio desenvolvimento da ciência e da tecnologia. Podemos referir que actualmente se encontra orientada para os seguintes objectivos: educação, civismo e mobilização popular.

2.2.1. Educação

O objectivo educacional refere-se à ampliação do conhecimento e da compreensão do público leigo a respeito do processo científico e sua lógica. Neste caso trata-se de transmitir informação científica tanto com um carácter

prático, como com o objectivo de esclarecer os indivíduos sobre a solução de problemas relacionados com fenómenos já cientificamente estudados, com vista a estimular-lhes a curiosidade científica enquanto atributo humano.

2.2.2. Civismo

O objectivo cívico refere-se ao desenvolvimento de uma opinião pública informada sobre os impactos do desenvolvimento científico e tecnológico sobre a sociedade, particularmente em áreas críticas do processo de tomada de decisões. Trata-se de transmitir informação científica voltada para a ampliação da consciência do cidadão a respeito de questões sociais, económicas e ambientais associadas ao desenvolvimento científico e tecnológico.

2.2.3. Mobilização popular

Segundo Semper, a mobilização popular permite a ampliação da possibilidade e da qualidade de participação da sociedade na formulação de políticas públicas e na escolha de opções tecnológicas, por exemplo no que se refere ao debate das alternativas energéticas. Trata-se de transmitir informação científica que instrumentalize os actores a intervir melhor em processos de decisão.

Alguns factores como o crescimento significativo da população científica recente, a necessidade de maior controlo social dos impactos da ciência e tecnologia na vida quotidiana, a crescente complexidade da ciência e tecnologia ou a crescente diferença de conhecimento entre o “Norte” e o “Sul”, justificam o aumento da importância da divulgação científica. Ainda de acordo com este ponto de vista, se antes os agentes de divulgação científica actuavam como meros “tradutores” de linguagem científica, agora, e cada vez mais, eles orientam o seu trabalho para esclarecer a sociedade a respeito dos impactos sociais da ciência e da tecnologia. (Semper, 1990)

2.3. Importância da comunicação científica

Nos dias de hoje a palavra “ciência” gera ideias que vão para além do conhecimento relevante apenas para os que habitam os laboratórios e as universidades. Na realidade assiste-se à passagem para uma nova era de cultura científica repleta de conhecimento, de rápidas inovações e de tecnologia muito “intensa”. O conhecimento científico é o factor dinâmico que promove esta mudança tanto na vida material como na própria percepção do mundo, sendo a comunicação a base “institucional” social deste conhecimento científico. Não existe progresso do conhecimento científico se os resultados dos trabalhos não são comunicados. Torna-se, então, necessário criar uma consciência pública sobre o valor da ciência.

A importância da comunicação da ciência como uma actividade não só interessante, como necessária, pode ser fundamentada em função de vários aspectos: para o desenvolvimento das sociedades, pelas obrigações da comunidade científica, pelo exercício de cidadania como um processo democrático, para uma maior visibilidade, consenso e confiança, e para que possa ocorrer uma interdisciplinariedade na ciência. [1]

2.3.1. O Desenvolvimento das Sociedades

Efectivamente, a ciência e a tecnologia fazem parte integrante das sociedades modernas: o progresso económico e o bem-estar de uma nação dependem do conhecimento adquirido pela ciência e da sua aplicação na tecnologia. Mais ainda, o conhecimento científico é necessário para muitas decisões do dia-a-dia e para uma melhor compreensão do mundo que nos rodeia: desde os medicamentos que tomamos, ao modelo do telemóvel que decidimos

comprar, estão implícitos conceitos e conhecimentos básicos de ciência que influenciam as nossas decisões. A ligação entre a Ciência e a Sociedade é, portanto, uma relação essencial.

2.3.2. A Comunidade Científica

Obrigações de comunicação já foram incorporadas nas propostas de financiamento de projectos científicos em vários países e também pela Comissão Europeia. A capacidade de diálogo com o público poderá ter consequências muito importantes para o percurso da Ciência no futuro, nomeadamente nas decisões legislativas sobre as áreas de investigação científica e o seu financiamento. Além do mais, um melhor diálogo entre cientistas e o público incentivará e entusiasmará mais jovens a interessarem-se pela ciência. Por tudo isto, agora mais do que nunca, a comunidade científica deve ser activa e competente na comunicação e na discussão do conhecimento científico, tanto com o público em geral, como com os meios de comunicação social.

A comunicação social tem um papel extremamente importante na divulgação, discussão e popularização da Ciência. Várias vezes os jornalistas e cientistas procuram colaborar no debate e na discussão de assuntos científicos, em especial quando estes são controversos. Contudo, é bastante comum que ambas as partes fiquem descontentes com o produto final destas colaborações: os jornalistas protestam por considerarem que os cientistas não se esforçam para explicar a sua ciência; os cientistas ficam desapontados com a superficialidade com que é explicada a sua investigação. Por estas razões, é cada vez mais importante que cientistas e jornalistas compreendam o modo de funcionamento dos seus meios de trabalho. Os cientistas devem aprender como comunicar efectivamente com os jornalistas. Por outro lado, os jornalistas deverão também procurar entender a natureza e as limitações do trabalho científico.

2.3.3. A Ciência e o Processo Democrático

O exercício da cidadania e a eficiência do processo democrático dependem largamente de um melhor conhecimento, por parte dos cidadãos, de temas relacionados com a ciência e a tecnologia, que muitas vezes estão na base de diversas decisões políticas. O acesso à informação, especialmente em questões tão controversas como o efeito de estufa, a utilização de organismos geneticamente modificados, a investigação com células estaminais humanas, ou as tecnologias de vigilância pública, é essencial para uma maior compreensão por parte dos vários públicos, para o exercício pleno da cidadania e para a correcta tomada de posições políticas em temas científicos. Uma sociedade bem informada, segura das suas decisões, é a base de uma democracia bem estruturada. O processo de democratização da ciência torna-se assim uma “ferramenta” de educação para a alfabetização científica e construção da cidadania, associada à constante luta contra a exclusão social.

Com a Comunicação de Ciência o investigador pode contribuir positivamente para esta circulação de informação, mas pode também trazer benefícios para si, atrair apoios à sua investigação, à boa forma de fazer Ciência, e promover um mundo em que a Ciência e ser cientista são comuns e não estranhos à maioria dos cidadãos.

2.3.4. Visibilidade, Consenso e Confiança

A visibilidade, o consenso e a confiança gerados pela comunicação, e pela sua disponibilidade, permitem ao investigador valorizar a investigação científica e a ciência na sociedade, mas também trazer benefícios à sua investigação: reforçar o interesse na sua área de especialidade; atrair financiamentos, públicos e privados; atrair futuros investigadores; e procurar o apoio da sociedade à continuidade de projectos. Uma boa relação com os jornalistas, baseada na confiança, leva-o a ser considerado como uma fonte segura (e imparcial) aos olhos dos jornalistas.

2.3.5. A Comunicação e a Interdisciplinaridade na Ciência

Actualmente os progressos em Ciência e Tecnologia são tão rápidos, e os conhecimentos em cada área são tão vastos e pormenorizados, que muitos investigadores têm dificuldade em acompanhar disciplinas afastadas da sua especialidade. Assim, recorrem frequentemente a notícias de jornais ou entrevistas que lhes permitem aceder facilmente a outras áreas de investigação. É neste contexto que a Comunicação de Ciência permite aos cientistas divulgarem dados importantes do seu trabalho a outros investigadores, promovendo assim a interdisciplinaridade.

A comunicação é fundamental para reduzir a distância entre pesquisadores mas também entre instituições empresariais. Neste sentido, os próprios investigadores promovem também conferências de divulgação para as empresas, observando-se um múltiplo interesse que mais uma vez beneficia ambas as partes.

Nesta época marcada pelo desenvolvimento científico e tecnológico, torna-se pertinente examinar como a educação formal e a não-formal podem ajudar as pessoas a entenderem tais avanços. O novo cenário encontra-se alicerçado na preocupação com a formação de cidadãos preparados para enfrentar os desafios emergentes no século XXI.

Em Portugal, embora a história da divulgação científica e do ensino para a ciência tenha sido activada a meados da década de noventa com o Ciência Viva, já se pode reconhecer um movimento cada vez mais forte e mais visível no sentido de organizar actividades em fóruns institucionais, até há pouco inexistentes. O que vem ocorrendo com a implantação e o funcionamento de museus interactivos de ciência, com a realização de feiras e eventos científicos, com a publicação em diferentes linhas editoriais, de revistas de difusão, de divulgação e de popularização da ciência. [1]

2.4. Museus e Centros de Ciência

Podemos considerar os Centros de Ciência, como um dos órgãos que participam, de uma forma não formal, na re-orientação da educação científica da sociedade, contribuindo para a literacia científica. No entanto, não tendo como objectivo prioritário transmitir conhecimentos, os Centros de Ciência estimulam a curiosidade de quem os visita, promovendo deste modo o interesse pelas áreas da ciência. Estes espaços encontram-se dirigidos para um público bastante abrangente, que foi sendo conquistado ao longo das últimas décadas, paralelamente a algumas alterações nos antigos museus de ciência.

2.4.1. Perspectiva histórica

Durante os últimos anos, as mudanças tecnológicas têm afectado profundamente a organização social dos países desenvolvidos. Neste contexto, existe já um elevado fluxo de informação que permite a difusão dos acontecimentos de toda a parte do mundo, mas isto não significa necessariamente a difusão do conhecimento. Isto porque a entrada de tecnologia de ponta na vida diária das pessoas em geral não é acompanhada por uma compreensão do funcionamento dos novos equipamentos nem dos fenómenos envolvidos (Constantin, 2001).

Infelizmente, o nosso sistema de ensino, em vários aspectos, ainda se apresenta deficiente. Os programas que normalmente são oferecidos aos estudantes são virados para uma simples passagem de informação. Pouca ênfase é dada ao processo de aquisição de conhecimentos e praticamente nenhuma atenção é oferecida ao desenvolvimento do potencial emocional dos estudantes. Face a esses problemas as escolas abrem espaços para o florescimento e contributo de mecanismos educacionais mais leves e flexíveis. Até porque a instituição escolar, por si só, não apresenta condições de

proporcionar à sociedade a (in)formação técnico-científica e humanística necessária à leitura do mundo. (Coutinho-Silva, et al., 2005)

Assim, os centros interactivos de ciência tornam-se fundamentais como um espaço educativo adicional, onde as pessoas possam aprender conceitos científicos ou sobre a natureza da ciência como uma actividade intelectual e onde seja possível a ampliação e a melhoria da alfabetização científica, uma vez que estes centros interactivos dispõem de meios peculiares para ampliar o conhecimento nos assuntos relativos à Ciência e Tecnologia (Constantin, 2001).

A existência de uma vasta produção literária justifica a complexidade conceptual da ciência museológica e a pluralidade tipológica dos museus. Neste sentido, destaca-se a referente aos museus de ciência e técnica, pois ajudam a análise das suas características, desde as origens até ao aparecimento dos centros de ciência. Podemos estabelecer a metáfora pela transição da museologia do objecto para a museologia da ideia, no sentido da concepção de exposições. A museologia da ideia produz-se através de uma nova forma de comunicação que visa simplificar o encontro com os objectos através dos elementos interactivos. Enquanto os museus de ciência e técnica se baseiam nas colecções que albergam, resultando da recolha de um vasto património, os centros de ciência dispensam as tradicionais colecções, apostando nos módulos interactivos que simulam os fenómenos científicos. A educação do público em ciência, o esclarecimento e sensibilização da história e contemporaneidade científicas, a promoção de uma cultura científica de base que forneça instrumentos para o exercício de uma consciente e autónoma cidadania, são algumas das funções dos centros interactivos de ciência. Os museus encarregam-se de recolher, catalogar e preservar um espólio que pode ser aí contemplado, no entanto cabe aos Centros de Ciência a exploração das ideias dadas por esse espólio. (Hernández, 1998).

De um ponto de vista cronológico, podemos considerar a primeira instituição pública dedicada à ciência e tecnologia, o *Conservatoire des Arts et Métiers* em Paris, uma escola de artes e ofícios, criado no contexto revolucionário

francês em 1794. Foi o primeiro de uma linha de posteriores museus destinados a preservar o património técnico e científico e a encorajar as inovações.

Devido à vulgarização de um novo fenómeno reflexo da industrialização crescente, em meados do século XIX, as *exposições universais* colocaram em competição o progresso da indústria e da técnica, dando origem a muitos museus de ciência e técnica e de outras tipologias museais [2]. O primeiro exemplo foi o *Science Museum* em Londres, tendo nascido da primeira *exposição universal*. A crença na prosperidade pelo progresso científico e tecnológico passava pela criação de uma instituição que respondesse à crescente exigência de ensinar o público nas artes e nas ciências.

Apesar do desenvolvimento dos museus científicos e tecnológicos em várias cidades do mundo, foi o *Museu Nacional Alemão de Ciências e das Técnicas*, mais conhecido como *Deutsches Museum*, de Munique, que no início do século XX (1906) dá continuidade ao conceito de Museus de Ciência e Tecnologia eminentemente educacional.

O *Deutsches Museum* tornou-se um marco importante dos conceitos e princípios a que obedecem os museus contemporâneos de ciência e tecnologia no mundo inteiro. Desde a sua origem que o seu organizador, o Engenheiro electrónico Oskar Miller, brincou com a ideia de acrescentar à história, modelos que funcionassem de forma simplificada, ou seja, equipamentos capazes de serem accionados pelos visitantes e que ilustrassem princípios da ciência, da engenharia e da indústria. Posteriormente, museus como o *Science Museum* de Londres, que fora criado em 1870, adoptam essa nova tendência, criando novas exposições. E, são abertos novos museus como o *Museu Nacional de Ciência*, em Tóquio, em 1931 e o *Palais de la Découverte* em Paris, em 1937. Neles as referências já não eram do tipo “aqui está um velho motor”, mas sim, “veja o que acontece ao carregar no botão ou girar a manivela”. Devido a essas alterações, os propósitos desses novos museus passam a concentrar-se em torno do entretenimento, da preservação de artefactos marcantes da história da ciência e da técnica, da difusão e do ensino de princípios científicos. (Constantin, 2001)

É a partir da Segunda Guerra Mundial que há um aumento quantitativo e qualitativo de Museus de Ciência e Tecnologia, resultante das transformações e avanços da segunda metade do século. A opção de estimular o visitante a participar das exposições e actividades, carregando em botões, girando manivelas, manuseando equipamentos, foi um passo determinante para a interacção directa com o público. Nesses museus a regra “proibido mexer”, é abolida. Tudo o que é exposto é concebido e organizado com fins educacionais.

No final da década de 1960, surge com Frank Oppenheimer uma série de críticas em relação a este processo de interacção. Em certa fase da sua vida, ele sente um fascínio pela problemática de ensinar às crianças conceitos científicos. Ele desenvolve várias demonstrações, e acredita que levaram os seus alunos a novas dimensões de compreensão sobre os conceitos apresentados. Posteriormente Frank visita na Europa vários museus de ciência, e quando volta aos Estados Unidos, ele estava convencido que este país precisava de uma instituição semelhante. Em 1968, ele escreve e publica acerca da psicologia da percepção como um princípio para a organização de experiências em museus e que não é qualquer tipo de interacção que garante a compreensão intelectual do visitante. Afirma também que é necessário uma interacção física do visitante com o objecto, tendo como veículo a percepção, para promover o fortalecimento da conexão do manuseamento com o raciocínio. Estas ideias nortearam a fundação do *Exploratorium*, em 1969, em São Francisco.

O *Exploratorium* caracterizava-se por ser um espaço inter e multidisciplinar que integrava ciência, tecnologia e arte, constatando-se uma clara mudança de mentalidade na pedagogia. É defendida uma participação activa e eminentemente didáctica que passava pela manipulação e experimentação. E, da mesma maneira que o *Deutsches Museum* foi exemplar para a mudança de postura dos museus de ciência, o *Exploratorium* desencadeou em muitos desses museus, no mundo inteiro, um movimento em favor da troca da proposta “*push-bottom*” para a “*hands-on*”. Inaugura-se assim uma nova fase dos museus interactivos, nos quais o visitante é convidado não só a tocar, mas também a interagir com os módulos das exposições de uma forma mais envolvente. Mais importante que a discussão sobre qual o museu que deve ser considerado o primeiro centro de ciência, é o

facto de o *Exploratorium* se ter tornado um modelo, e as suas experiências serem largamente imitadas pelo mundo ao longo das décadas seguintes, promovendo a popularização destes espaços. (Constantin, 2001)

Com o objectivo de facilitar a replicação dos módulos interactivos, uma equipa do *Exploratorium* de São Francisco cria e publica uma série de livros, nomeadamente os *CookBook*, que consistem em livros que possuem indicações para a construção dos módulos interactivos de ciência presentes neste centro de ciência. Estes *CookBook*, possibilitaram aos vários centros de ciência, a construção dos seus próprios módulos interactivos, para a organização de exposições interactivas. Estes manuais fornecem dicas e especificações existentes para a construção de módulos interactivos relacionados com luz, visão, cor, som, electricidade, magnetismo e mecânica. Estas publicações foram já consultadas por dezenas de centros de ciência de todo o mundo. Tal como num livro de cozinha, este *Cookbook* sugere um conjunto de receitas, com os “ingredientes” e a preparação. Mas durante a construção de cada módulo, a inspiração e inovação influencia cada módulo interactivo, tornando cada exposição única e exclusiva. Ainda hoje o *Exploratorium* se assume como um activo núcleo de aconselhamento e consulta para os centros de ciência de todo o mundo. (Bruman, 1991) [3]

Os museus surgiram na sociedade com objectivos e tendências muito distintas das actuais. Uma vez que o mundo mudou, os museus de ciência também mudaram. Existiu uma tendência de sacralizar o extraordinário, o único, o estranho, no entanto a inflação dos objectos e a facilidade de se produzir as réplicas alterou radicalmente as coisas. Não se podia continuar a contar histórias como se ainda não existissem as televisões, os telefones, o cinema, a internet, a educação universal ou a democracia. Vivemos num novo mundo e devemos ter em conta estes novos factores. O objectivo do museu deixou de ser mostrar raridades mas sim contar histórias interessantes sobre elas e chamar a atenção do público para novos aspectos da realidade. (Páramo, 2005)

A distinção entre o museu e o centro de ciência é relativamente simples:

“uma instituição que não recolha, guarde, inventarie, estude, preserve e exponha objectos, não é um museu. Os centros de ciência não o fazem, não sendo por isso museus.” (Trincão, 2007).

Actualmente os centros interactivos de ciência estão a consolidar-se como um surpreendente e eficaz recurso social para a popularização, a divulgação e o ensino não formal de ciência e tecnologia (Constantin, 2001).

Em Portugal foi criado o programa Ciência Viva como uma unidade do Ministério da Ciência e Tecnologia (Despacho 6/MCT/96). Teve como objectivo principal gerar espaços para a divulgação da ciência e da tecnologia, correspondendo a novas práticas sociais, como instituições participativas não formais. Lançado em 1996, o programa Ciência Viva adquiriu rapidamente, enquanto política pública, um desenvolvimento assinalável. Desde cedo envolveu investigadores e instituições científicas em acções de divulgação de ciência com um carácter educativo e cultural, envolvimento este que estava longe de ser uma prática corrente no universo nacional da investigação científica. Neste programa de promoção da cultura científica e do ensino das ciências, foi dada ênfase na realização de acções concretas, de carácter experimental e observacional, com manuseamento efectivo de instrumentos e realização de procedimentos usados na investigação científica. De referir que o público a que estas acções se dirigia não se restringia apenas ao “círculo próximo” da ciência, mas a camadas mais largas da população, indo ao seu encontro. Não se pretendia impor actividades pré-concebidas, procurou-se antes suscitar a formulação de propostas por parte das diversas instituições com responsabilidade e interesse no domínio da promoção da cultura científica, estimulando o desenvolvimento de projectos adaptados às realidades locais. Numa análise global, esta associação tem definidos três instrumentos fundamentais de acção. São eles *“um programa de apoio ao ensino experimental das ciências e à promoção da educação científica nas escolas; uma rede nacional de Centros Ciência Viva enquanto espaços interactivos da divulgação da ciência para a população em geral; e, diversas campanhas nacionais de divulgação científica, onde se pretende proporcionar à população em geral oportunidade de observação e índole científica.”* (Costa, 2005)

2.4.2. Objectivos e características

A alfabetização científica surge da necessidade de se compreender a ciência e o discurso científico. É uma mistura de vocabulário, conceitos, história e filosofia que se fazem necessários para decodificarmos temas públicos como a destruição da camada do ozono, a utilização de alimentos transgénicos ou a clonagem. É o conjunto de ferramentas que nos permite interagir com a cultura actual e opinar sobre o nosso destino. Esta alfabetização deve ser contínua, tal como os avanços científicos e tecnológicos. Mas o nosso ambiente é pobre em oportunidades de educação não formal, e a nossa educação escolar não conta com recursos humanos, meios e infra-estruturas para que esta alfabetização possa ocorrer plenamente. Assim os Centros e Museus de Ciência, aparecem como espaços alternativos fundamentais para a popularização da ciência e de contribuição para o aumento da alfabetização científica de adultos e crianças. Estes não substituem de forma alguma o papel da escola, nem são projectados para isso. Os Museus e Centros de Ciência possuem a tarefa de divulgar a ciência. A divulgação serve tanto como instrumento motivador quanto como instrumento pedagógico, não substituindo a aprendizagem sistemática. Ele tem um papel que deve ser entendido como complementar ao ensino formal. A essência dos Museus e Centros de Ciência são os objectos, as coisas, e não os indivíduos; não existe uma avaliação e a aprendizagem é heterogenia e são propiciadas situações interactivas, encorajando a aprendizagem em grupo actuando fortemente no lado emocional dos visitantes (Constantin, 2001). Existe um ambiente de aprendizagem envolvente onde a relação entre os módulos interactivos, e a própria relação do visitante com o espaço como um todo são importantes.

A característica essencial das actividades desenvolvidas nos Centros de Ciência, visa sempre aguçar a curiosidade inata das crianças e redespertá-la nos adultos. Parte-se do princípio que a compreensão da natureza é um anseio do ser

humano. Cada actividade pretende mostrar que a ciência é um factor de transformação social e de melhoria da qualidade de vida. O cerne desta filosofia está na participação transformada em acto. A possibilidade de ver, ouvir, tocar, experimentar, questionar, discutir, reflectir, ou seja, interagir como sujeito activo com o objecto tecnológico é uma contribuição substancial para a compreensão do quotidiano.

Por exemplo, o Centro de Ciência de Toronto, *Otario Science Centre*, assume actualmente promover a criatividade, inspiração, inovação e mudança através de três correntes: juntando visitante/parceiros para criar experiências inesperadas; deste modo o público pode criar novas formas de ver e de pensar sobre si mesmos e sobre o mundo; de um modo geral, promovem-se novas questões, para surgirem novas soluções e novas possibilidades. (West, 2007)

Actualmente é muito valorizada, num ambiente educacional, a visita a um museu de ciência. Num contexto educacional, foi desenvolvido um novo conceito de “educação informal” para desenvolver as várias formas que as pessoas podem aprender fora da sala de aula. A educação informal inclui ler livros e revistas, ver televisão e filmes, observar a natureza ou visitar deliberadamente um museu. Contudo os modelos mais antigos de educação continuam a ter grande poder, e “nós próprios” nos questionamos constantemente acerca do impacto educacional dos museus. A maioria das pessoas que estão directamente relacionadas com os centros e museus de ciência acredita que as visitas têm significado educacional, tanto em termos afectivos como cognitivos. Na realidade, muitos especialistas em avaliação de museus acreditam que o aspecto afectivo da aprendizagem do museu pode ser mais significativo que o cognitivo. Os centros e museus de ciência podem inspirar os visitantes para realizarem questões e para estimular novos interesses. Este aspecto pode ter um elevado impacto a longo prazo. (Martinho, 2007)

Jorge Wagensberg adopta uma posição de mudança. Ele afirma que os museus e centros de ciência devem criar uma diferença entre o “antes” e o “depois” da visita, lançando mais questões que respostas, seduzindo o público para a procura complementar de conhecimento. Por outro lado, no plano

museológico defende a apresentação segundo o método científico – a objectividade, a inteligibilidade e a dialéctica – por ser susceptível de revisão de acordo com a evolução do conhecimento. Acrescenta ainda que, objectos reais ilustram fenómenos reais, e que um bom centro de ciência concentra um conjunto de emoções inteligíveis. O mesmo autor defende ainda outras mudanças ao nível da concepção, metodologia e atitude das instituições museológicas face ao público. O museu deve assumir-se como um instrumento de mudança, abandonando o processo metafórico “proibido tocar” para se utilizar a expressão “hands-on”. Porém não se abdica dos objectos, sendo que estes devem obedecer à mensagem. A legendagem de cariz expositiva dá lugar a indicações instrutivas. A primazia do sentido da visão é complementada pelos restantes sentidos. A ênfase na procura de respostas é substituída pela formulação de questões, sendo todos estes elementos direccionados no grande objectivo de estimular o público. Neste sentido são considerados três aspectos da museologia da ciência, que envolvem o visitante e que devem ser complementares. Um dos aspectos é a já referida interactividade manual (Hands-on), que se refere à experiência do ponto de vista táctil, em que idealmente as respostas são facultadas pela natureza e sem intermediários. Outro aspecto refere-se à interactividade mental (Minds-on), onde a capacidade de distinguir o essencial do acessório implica a existência de desafios, de dúvidas, do questionar e do estabelecer analogias. Por fim a interactividade emocional (Hearts-on), focada na envolvente cultural numa perspectiva emotiva.

A visita a um museu de ciência pode considerar-se auto-estruturada, no sentido em que não há uma organização predefinida. Não se pode portanto nunca afirmar que um visitante está a fazer uma visita de forma errada. Os visitantes devem sentir-se livres para explorarem o museu sem medo de “falhar”. Isto para que sintam a vontade de regressar mais vezes, para repetir alguma actividade que lhe tenha suscitado mais interesse. Joel Bloom (Durant, 1991) defende que os museus e centros de ciência são espaços de aprendizagens. São espaços especiais onde as pessoas podem seguir os seus próprios interesses, podem investigar até encontrarem algo que os inspire onde focassem mais a sua

atenção, e possivelmente acender uma chama que queime ilimitadamente. (Durant, 1992)

A interactividade estimulada nos centros de ciência, é considerada uma pedagogia não-directiva e deve ser entendida como um conceito ampliado que oferece ao público a oportunidade de experimentar fenómenos e participar nos processos de demonstração ou na aquisição de informações, com o propósito de ampliar os seus conhecimentos. Dessa maneira, a “museologia da ideia” recorre a um conjunto de técnicas de comunicação (computadores, vídeos, painéis animados ou robotizados, entre outros) para tornar as práticas sociais mais atractivas, transmitindo informações aos visitantes e motivando-os. O público actual não se contenta em ler textos ou assistir a vídeos; ele deseja e anseia participar de forma activa em experiências nas quais supõe realizar determinadas actividades, tais como responder perguntas e iniciar sequências de encontros interactivos (Valente, 2002).

Durante as últimas décadas do século XX, os centros de ciência de todo o mundo adoptaram interacções do tipo “hands-on” para o público, especialmente para as crianças, que se centravam numa aprendizagem de exploração e descoberta. Os pressupostos destas interacções possuem um elevado grau de afinidade com conteúdos científicos. Por outro lado, a tecnologia e a engenharia encontram-se mais relacionadas com o design e inovação do que exploração e descoberta. Alguns centros de ciência incluem já equipamentos tecnológicos, associando alguma demonstração de funcionamento e história relacionada com a sua concepção. Mas um largo trabalho pedagógico necessita ainda ser realizado. Se a comunicação dos avanços tecnológicos possui uma missão relevante na educação informal, então é necessário incorporar os valores sociais e tomadas de decisão nestas ofertas educativas. (Bell, 2008)

Assim os Centros de Ciência devem permitir a exploração de fenómenos científicos, de ideias, de objectos, de máquinas e de instrumentos em geral. No entanto também devem apresentar os avanços tecnológicos do mundo e as suas consequências, bem como a nossa compreensão do mundo e de nós mesmos, no

sentido da verdadeira aplicação da ciência. As experiências dos Centros de Ciência motivam crianças e adultos a adoptarem uma postura mais curiosa perante a ciência. É frequente, após uma visita a um centro de Ciência, que as pessoas comecem a dar mais atenção a aspectos no seu dia-a-dia que nunca antes tinham reparado. Isto significa que algo de muito importante acontece na visita a um Centro de Ciência, algo mais importante que uma simples transmissão de conhecimento de um facto ou ideia científica.

Naturalmente os centros de ciência são também utilizados em larga escala pelo ensino formal das ciências, nomeadamente por professores, para a compreensão de determinados conceitos presentes nos programas curriculares. Alguns professores desenvolvem fichas para os estudantes preencherem durante a própria visita, e por vezes desenvolvem (já no contexto escolar) pequenas versões ou réplicas dos módulos interactivos apresentados nas exposições de ciência. Neste sentido alguns Centros de Ciência têm feito um esforço para trazer os professores aos centros com o objectivo de planearem as suas visitas, fornecendo-lhes material para que a visita seja o mais contextualizada e direccionada para os alunos em questão. A visita de um conjunto de alunos a um Centro de Ciência pode desencadear uma ideia chave na sala de aula vários meses depois dessa mesma visita, ou uma “discussão” familiar nas férias de Verão seguintes.

Existe um comentário transversal à maioria das pessoas que visitam pela primeira vez um Centro de Ciência. Nomeadamente que se a ciência tivesse sido “ensinada” desta maneira quando andavam na escola, teriam continuado a estudar ciência. E muitos visitantes regressam aos Centros de Ciência referindo que pretendem novamente divertir-se enquanto aprendem algo de novo. (Semper, 1990)

Existem factores intrínsecos como a curiosidade, a diversão ou o desafio que são consideradas potentes ferramentas de motivação. A curiosidade, por exemplo, é uma ferramenta fundamental que pode transformar a aprendizagem das ciências numa actividade divertida.

Moncho Núñez refere que antes de tudo num centro de ciência é absolutamente necessário que os visitantes se sintam bem. A partir desse

momento tudo é possível, até aprender ciência. A cultura científica é fundamental para uma cidadania consciente num regime democrático. Não há democracia sem conhecimento, e quanto mais desenvolvida é a sociedade, mais necessária é a cultura científica.

2.4.3. Aprendizagem em Museus e Centros de Ciência

Necessitamos compreender/contextualizar o período histórico em que nos encontramos para compreendermos quais são actualmente os objectivos dos centros de ciência. Devido à constantes alterações e inovações tecnológicas que de momento presenciamos, encontramos-nos no início de uma nova era, baseada numa nova relação entre a ciência e a sociedade. E neste sentido é extremamente complicado encontrar uma lista de objectivos bem definidos que caracterizem os centros de ciência. Cada indivíduo pode e deve criar os seus próprios objectivos. Por outro lado a adopção de uma cidadania científica é sinónimo de diálogo. Os centros de ciência devem contribuir para a promoção de uma comunicação simples e acessível entre os cientistas e o público não-científico. Uma cidadania científica permite uma escolha democrática. Assim estes devem ser espaços públicos onde os temas devem ser tratados e partilhados nos diferentes pontos de vista dos vários interessados. (Greco, 2007)

Vários aspectos devem ser destacados no que se refere à aprendizagem de ciência nos centros de ciência. Em primeiro lugar, o objectivo dos centros de ciência é o de expor ideias e conceitos, no lugar de objectos. Consequência disto, é o facto de surgirem módulos auto-suficientes e descontextualizados, no que se refere à aplicação do conteúdo do módulo no mundo real. Por outro lado, os módulos tanto possuem uma natureza interactiva como participativa. O visitante é encorajado a manipular e explorar o módulo, com o objectivo de que desfrute desta experiência. Uma vez que os centros de ciência são “conhecidos” do público, existem acusações que a aprendizagem de ciência é demasiado trivial, no sentido em que são dados conceitos demasiado básicos ao visitante, para que este fique entretido e é sobre este aspecto que devemos meditar.

Nos centros de ciência, os módulos interactivos respondem à acção do visitante convidando-o ainda a dar futuras respostas. Existe assim uma dependência entre o módulo e o visitante. Alguns módulos são considerados “hands-on” pois remetem para um envolvimento físico, ou podem necessitar dos outros sentidos para serem compreendidos pelo visitante. Já os módulos interactivos referem-se aos que o visitante pode conduzir a actividade, seleccionar diferentes opções, criar conclusões ou testar competências. Neste sentido um bom módulo interactivo deve permitir ao visitante “personalizar” a sua experiência. Uma importante razão pela qual se distingue módulos “hands-on” de módulos interactivos, é porque “hands-on” não significa obrigatoriamente “minds-on”. É errado assumir que a manipulação física de um módulo promove um compromisso intelectual. No entanto isto também não significa que os aspectos “hands-on” não são importantes. No contexto dos centros de ciência interactivos e da aprendizagem em ciência, podemos pensar no termo “hands-on” como uma exploração que é um pré-requisito para, mas não suficiente para o processo de aprendizagem. Alguns autores chegam a argumentar que para uma experiência ter significado, ela tem de ser interpretada. (Rennie et al., 1999)

De um ponto de vista teórico ou pedagógico, a atractividade de um módulo interactivo pode ser explicada, segundo Semper (1990), por quatro aspectos: a curiosidade e a motivação intrínseca, múltiplas metodologias de aprendizagem, brincar e explorar durante o processo de aprendizagem e diferentes modelos entre as pessoas que aprendem ciência.

A curiosidade e a motivação intrínseca são normalmente referidas para explicar a forma como o visitante se diverte enquanto interage com os vários módulos interactivos. Frequentemente observamos a curiosidade e interesse do visitante como o primeiro passo para atingir uma experiência compensadora na interacção com o módulo. Mas para que esta experiência seja verdadeiramente compensadora, o visitante procura sentir que a interacção se torna verdadeiramente motivadora. Ou seja, um estado de espírito espontâneo, quase automático, que promova o envolvimento do visitante em actividades que na realidade não possuem uma recompensa intrínseca. Os módulos devem possuir

regras claras, “feedbacks” objectivos, e proporcionar desafios que de alguma maneira se aproximem das capacidades do visitante. Quando estamos intrinsecamente motivados para aprender, envolvemos as nossas emoções e sentimentos, bem como os nossos “pensamentos”, assim, para além de simplesmente lhes dar atenção, o visitante estabelece com o módulo uma “absorção” mais profundo que normalmente permite a aprendizagem.

Um outro aspecto de aprendizagem que Semper refere, são as múltiplas metodologias de aprendizagem. Existem vários tipos de inteligência associadas ao grau de Q.I. de um indivíduo. Duas formas humanas de inteligência podem ser a interpessoal e a intrapessoal. Os módulos interactivos presentes nos centros de ciência necessitam normalmente de algum tipo de competências espaciais abstractas e frequentemente funcionam melhor com mais de uma pessoa. Neste sentido, estas “inteligências” promovem, com maior probabilidade, um envolvimento do indivíduo com diferentes graus de resistência ou preferência face à aprendizagem.

Brincar e explorar são importantes aspectos que ocorrem durante o processo de aprendizagem, sendo ainda algumas vezes “ignorados”. Só uma percentagem limitada de aprendizagem pode provir simplesmente da observação do comportamento do módulo. É extremamente importante observar o que acontece mas modificando variáveis que alteram o comportamento do módulo, permitindo a formulação de conclusões.

O último tópico pedagógico enunciado por Semper refere-se ao conhecimento prévio e à compreensão da ciência que cada visitante traz com ele para o centro de ciência. Torna-se importante proporcionar várias escolhas num módulo para que o visitante possa formular as suas próprias questões e criar as suas metodologias de experimentação.

Falk e Dierking (1992) apresentaram um modelo de experiência interactiva que representa a experiência da visita como uma interacção entre três contextos: físico, social e pessoal. O contexto físico é materializado no módulo, na maneira como é apresentado e com sua natureza. Em termos do contexto pessoal, o visitante tem os seus próprios interesses, expectativas, e razões para a visita. Já

o contexto social da visita é importante pois promove uma oportunidade para uma interacção social bem como experiências cooperativas. Por exemplo, visitas em contextos familiares são uma oportunidade para aprendizagem em grupo, onde ocorre discussão, experimentação e um visitante supervisionando outro é frequentemente observado.

Os estudos sobre a aprendizagem em centros de ciência não são muito frequentes na nossa literatura devido à dificuldade e complexidade da sua elaboração e execução. Por exemplo, qualquer tentativa para medir a aprendizagem de um visitante deve sempre considerar o facto de que cada visitante tem uma experiência de vida única, não existindo à partida controlo de variáveis.

Foi referido por Falk e Dierking (1992) que muitas das pesquisas realizadas em centros de ciência passaram por uma errónea noção de que a aprendizagem é, acima de tudo, a aquisição de novas ideias, factos, ou informação, em vez da consolidação e crescimento de ideias e informação pré-existentes. Quando as pesquisas são realizadas com base na aquisição de conhecimentos, geralmente elaboram um inquérito antes e após a visita, associada à aprendizagem que se pretende transmitir. Infelizmente, estes restritos e controlados estudos, castram à partida a validade da pesquisa. O contexto da aprendizagem informal deve assim ser preservado se se pretende obter resultados válidos. Alguns dos estudos realizados sobre aprendizagem em centros de ciência são recolhidos durante a visita de uma forma “discreta”, para que o comportamento do visitante não seja alterado. Outros estudos resumem-se a observações sistemáticas auxiliados por câmaras de filmar e gravadores áudio. Os visitantes são observados e as actividades que realizam são registadas numa grelha. Mas daí resultam conclusões sobre a interacção do visitante, e não sobre a sua aprendizagem. São ainda realizados estudos, que constam em pré e pós inquéritos a jovens da mesma idade que visitaram centros de ciências e que não visitaram centros de ciência (realizaram uma visita de outra natureza). E aqui os resultados indicam uma aprendizagem acentuada nos jovens que visitaram os centros de ciência, principalmente em questões de compreensão. (Rennie et al., 1999)

2.4.3.1. Ensino das ciências

As abordagens de ensino de ciências, partindo de inter-relações Ciência, Tecnologia e Sociedade integrada, tentam criar contextos propícios e estimulantes de aprendizagens, envolvendo os alunos emocional e intelectualmente, nas actividades propostas. Para que ocorram aprendizagens estimulantes e significativas, é necessário que se aprecie a importância, adequação e pertinência das actividades propostas e propósitos pretendidos, reconhecendo-lhe interesse e valor.

Situando-nos assim numa perspectiva construtivista de aprendizagem, o progresso do conhecimento científico dos indivíduos faz-se por processos de transformação e reconstrução dos dados em função dos seus próprios sistemas cognitivos. Deste modo, o processo de construção pessoal da realidade implica o sujeito na sua totalidade, não só os elementos cognitivos, mas outros de cariz afectivo e moral, que podem funcionar como activadores ou inibidores. Neste processo a actividade comunicativa e os aspectos sócio-culturais destacam-se como conformadores da natureza do sujeito, dos objectos, dos significados e do próprio processo de construção do conhecimento. Pode assim dizer-se que, de acordo com estas perspectivas, o conhecimento científico é uma construção humana, pessoal e social. Assim o sujeito é considerado o principal responsável pela sua própria aprendizagem, encontra-se activamente envolvido na construção de significados, confrontando o seu conhecimento anterior com novas situações. A aprendizagem da ciência não pode ser caracterizada nem pela aprendizagem dos conteúdos nem dos processos, mas pela sua interacção dinâmica em situações de aprendizagem que possibilitem mobilizar saberes conceptuais construindo continuamente a sua compreensão do mundo.

A relevância do trabalho experimental na educação em ciências tem vindo a ser amplamente reconhecida por cientistas, investigadores, professores e comunicadores de ciência. No entanto a designação comum de “trabalho experimental” envolve alguma ambiguidade. Luís Dourado, no livro *Ensino*

Experimental das Ciências, sente a necessidade de clarificar alguns termos associados ao trabalho científico. Embora numa leitura superficial pareçam corresponder á mesma realidade, o entendimento que existe sobre os conceitos de Trabalho Prático, Trabalho Laboratorial, Trabalho de Campo e Trabalho Experimental não é consensual. Alguns autores defendem que estes tipos de trabalhos se anulam/inserem uns nos outros. Segundo Luís Dourado o trabalho laboratorial inclui actividades que requerem a utilização de materiais de laboratório, que podem ser realizados num laboratório ou numa simples simulação laboratorial, desde que não sejam necessárias condições especiais. O trabalho de campo é realizado ao ar livre, onde geralmente os acontecimentos ocorrem naturalmente. A realização de trabalho prático, implica o envolvimento activo do aluno, fazendo parte deste o trabalho laboratorial. São também consideradas como trabalho prático a pesquisa de informação em diferentes fontes, actividades de resolução de problemas de papel e lápis, entre outras situações. O trabalho experimental constitui outro termo que é usado de uma forma indiscriminada e que suscita interpretações diferenciadas. Existe frequentemente uma confusão entre experimental e experiência. A realização de experiências nem sempre corresponde à realização de trabalho experimental. Trabalho experimental inclui actividades que envolvem controlo e manipulação de variáveis. Apenas as experiências que cumpram este critério são consideradas trabalho experimental.

2.4.3.2. Ensino formal, não formal e informal da ciência

“A nossa relação com a ciência, vai para além da técnica e tem muito a ver com a compreensão do mundo.” Ministro da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, Mariano Gago, *in* Jornal de Notícias 21/11/06.

O ensino das ciências não se resume à fixação de termos científicos. Favorece antes situações de aprendizagem que possibilitam ao indivíduo a constante formação da sua bagagem cognitiva. No contexto da aprendizagem das

ciências, diversas metodologias de comunicação podem ser utilizadas. Um exemplo frequente são as estratégias de ensino promotoras de capacidade de pensamento crítico, provenientes da aprendizagem dos pressupostos científicos, aprendidas normalmente pelas crianças na fase escolar.

A promoção da literacia científica envolve um conjunto de competências, capacidades, atitudes e valores relacionados com os actuais procedimentos da ciência. A educação em ciência não se resume aos conteúdos programáticos abordados nas salas de aula. A aprendizagem pode ocorrer quando vemos programas televisivos, quando andamos de carro e nos deparamos com o seu funcionamento, ou num simples passeio pelo parque onde podemos “tropeçar” em fenómenos científicos. Não nos devemos restringir apenas à informação recebida. A aprendizagem engloba também atitudes, opiniões e formas de comportamento, que estão indirectamente relacionadas com o conteúdo da informação comunicada. Esta aprendizagem não está formalmente prevista, e o indivíduo pode não estar consciente do que aprendeu.

“A aprendizagem de ciência é um empreendimento que ocorre ao longo da vida. Embora algumas das coisas que o público sabe sobre ciência sejam moldadas pela escolaridade obrigatória, as pessoas constroem a sua compreensão nesta área ao longo do curso das suas vidas, em vários lugares, em vários contextos, e por uma variedade de razões. As pessoas aprendem sobre ciência no trabalho, enquanto envolvidos em investigações pessoais, através de organizações cívicas e durante o seu tempo de lazer.” (Falk, 2005)

Para distinguir estes diferentes tipos de aprendizagem, é frequente dissociá-la em formal, informal e ainda, dependendo dos autores, em não formal. Basicamente educação formal será aquela que se realiza através de actividades de ensino, e por ser institucional se caracteriza por ter a intenção de produzir a aprendizagem de conteúdos considerados valiosos. Por outro lado a educação informal realiza-se não intencionalmente, no decorrer de actividades desenvolvidas sem a intenção de produzir à partida a aprendizagem de algum conteúdo considerado valioso. Essas actividades ocorrerem geralmente fora da

escola e fora do seu ambiente formal, mas também podem acontecer dentro da própria escola, por exemplo nos recreios.

Segundo Isabel Martins (2000), o ensino formal ocorre normalmente na primeira fase da vida, sendo “estruturado de acordo com os objectivos das políticas vigentes”. Já a aprendizagem não formal “desenvolve-se fora da escola, é vinculada pelos museus e centros de ciência, pelos meios de comunicação, e tem lugar de acordo com a vontade dos indivíduos”. Relativamente à aprendizagem informal “ocorre de forma espontânea na vida do dia-a-dia e é altamente dependente dos interlocutores ocasionais”.

A dicotomia à volta do termo aprendizagem provém de há várias décadas, tendo surgido inicialmente para se referir à experiência educacional nos países em desenvolvimento, onde não estava desenvolvida uma escolaridade estruturada e obrigatória. Nos anos 70 os termos foram apropriados pelos profissionais de museus ao tentarem valorizar o museu como um ambiente de aprendizagem particular (Falk e Dierking, 1992). Esta separação dá a entender que se geram distintas formas de aprendizagem, em função do espaço físico onde ocorrem. No entanto esta distinção não parece ser apropriada, uma vez que não existe qualquer evidência de que o processo de aprendizagem seja fundamentalmente alterado apenas devido ao local físico onde ocorre. Assim a aprendizagem é influenciada por muitos factores, sendo o contexto físico apenas um deles (Dierking, 2003).

A educação não formal compreende o conjunto de instituições e meios educativos de natureza intencional e com objectivos definidos, mas que não fazem parte do sistema formal. Estas aprendizagens não se restringem ao período de escolaridade mas desenvolvem-se e progridem ao longo de toda a vida. Ambas se revestem de igual importância e implicam práticas de ensino e de divulgação múltiplas e diversificadas. Acontecem em eventos diversos, organizados com o propósito de ensinar ciência a públicos heterogéneos, desenvolvendo-se, assim, de acordo com os desejos do indivíduo.

Podemos pensar numa típica visita familiar ou escolar a um museu como um momento de lazer, mas também a podemos rentabilizar essa visita promovendo realmente o encontro do público com a ciência. A escola poderá dar

um contributo não só dinamizando as visitas, mas também aproveitando esses contactos para os incorporar nas aprendizagens. Os centros interactivos de ciência, tentam constantemente rever as suas metodologias, procurando melhor adaptá-las ao seu público-alvo.

De uma forma global, os estudos têm visado o impacto deste tipo de actividades no processo de ensino-aprendizagem, e revelam que há um estímulo do interesse dos jovens pela ciência quando se encontram nestes ambientes.

Actualmente as escolas e os professores encaram os museus e centros de ciência como importantes recursos educativos, incluindo-os explicitamente na planificação e implementação das suas actividades. Assim, numa perspectiva construtivista, os alunos partem para a actividade com um quadro conceptual capaz de dar significado às observações e pesquisas que vão efectuar. É por vezes importante que o aluno detenha um conjunto de conhecimentos que lhe permita aceder e compreender a informação que lhe será disponibilizada. No entanto o quadro conceptual não deverá ser de tal modo completo e pormenorizado a ponto de tornar a actividade meramente demonstrativa.

Relativamente à educação informal, esta compreende os processos e factores que geram efeitos educativos sem estarem expressamente configurados para tal fim. É promovida sem mediação pedagógica explícita e ocorre espontaneamente a partir das relações do indivíduo com o seu ambiente humano, social e cultural. Não existe uma definição prévia dos objectivos ou finalidades pedagógicas ocorrendo num contexto absolutamente estranho ao ensino objectivado.

Verificamos assim que um mesmo local ou meio pode promover a educação formal, não formal e informal. Por exemplo a escola, é por definição um local para ensinar, onde são transmitidos conhecimentos e desenvolvidos processos que permitem a construção de conhecimentos. É pois, um local privilegiado de desenvolvimento da educação formal. Mas na escola também ocorrem feiras de ciência, dias do laboratório, exposições temáticas, que os diferentes grupos disciplinares desenvolvem como forma de promoção das respectivas áreas. Este tipo de actividades enquadra a educação não formal. No

entanto, na sala de aula, o professor transmite, de forma não intencional, um conjunto de conteúdos e valores que os seus alunos podem, ou não, assimilar. Neste caso, em que o professor pode inclusivamente servir de modelo, desenvolve-se o ensino informal.

2.4.4. Exposições interactivas de ciência

O método tradicional que os museus apresentam tanto é considerado passivo, uma vez que é feita uma observação de objectos normalmente através de vitrinas, como pode ser considerado activo, pois os objectos observados na realidade consistem em máquinas e modelos que de certo modo já estiveram em funcionamento. Mas estes métodos são ambos descritos como *Hands-off*. Os visitantes são encorajados a olhar, pensar, ouvir e por vezes cheirar, mas são desencorajados de mexer. Por outro lado as exposições interactivas *Hands-on* encorajam o visitante a explorar os objectos mais directamente. Os termos *Hands-on* e interactividade têm o mesmo significado, mas aplicações diferentes. *Hands-on* implica que o visitante interaja fisicamente com um módulo, mesmo que seja simplesmente para carregar um botão, usar um teclado de um computador, ou interagir com uma actividade mais complexa, com múltiplos resultados. No entanto, um módulo *Hands-on* que envolve simplesmente carregar num botão, não é verdadeiramente interactivo, mas sim reactivo (Caulton 1998).

Um importante recurso empregado pelos Centros de Ciência, são as exposições interactivas que envolvem activa e emocionalmente o visitante na descoberta da informação, através da sua própria participação no processo de interacção. Saber equilibrar as exposições, no que se refere à quantidade de explicações das legendas ou o grau de interferência dos monitores, são questões que se colocam actualmente às pessoas que trabalham nos Centros Interactivos de Ciência. Por um lado, é compreensível que não se deva apresentar de imediato os conceitos teóricos sobre os fenómenos apresentados pelos módulos interactivos. Por outro lado, não se tem a certeza se essa interferência é benéfica. E independentemente do conteúdo que possa ter, o maior valor dos Centros de

Ciência é estimular e cativar a imaginação, despertar a curiosidade para que se deseje aprofundar o significado do que se expõe nos Centros de Ciência (Constantin, 2001).

Monitores e guias desempenham assim um papel bastante relevante nas exposições interactivas de ciência, devido à importância da orientação proporcionada aos visitantes. Apesar de por vezes esses guias não serem 100% conhecedores dos pressupostos científicos das exposições, a sua função é a de estimular a curiosidade, fazendo com que o visitante procure as respostas às suas perguntas e dúvidas.

Actualmente quem visita uma exposição interactiva de ciência, está activamente envolvido com os módulos interactivos, apreende conceitos por processos não formais e simultaneamente está entretido. As exposições que envolvem módulos interactivos, têm características mais focadas nas acções do visitante ao manipular os módulos e menos nos textos e informações apresentadas para o visitante. Isto é um resultado inevitável da persistência a uma aprendizagem experimental *Hands-on*. Contudo a experiência de uma visita e a utilidade que o visitante pode fazer de uma visita a uma exposição interactiva são fortemente influenciados pela atmosfera envolvente. Existe uma panóplia de estruturas, legendas, imagens e ilustrações que são cuidadosamente seleccionadas e utilizadas como estratégias de comunicação de uma exposição. O *layout* e a estrutura de uma exposição nem sempre são tidos em conta como estratégias de comunicação, no entanto têm um profundo efeito na percepção que o visitante tem do espaço e na mensagem que a exposição quer transmitir. (Caulton et al. 1996).

2.4.4.1. Módulos interactivos

A organização das exposições interactivas de ciência assenta numa entidade organizacional normalmente chamada módulo, consistindo este numa experiência individual, manipulada pelo visitante. “Os módulos, de uma forma

única ou plural, evidenciam, através de interações simples ou complexas, um ou vários fenómenos, permitindo o acesso a um pacote de conhecimento, transportando-nos para um universo de interrogações ou simplesmente procuram surpreender-nos com o resultado da nossa interação.” (Trincão, 2007)

De um modo geral, existem três aspectos centrais no que toca aos módulos interactivos, nomeadamente no que se refere ao *design* ergonómico do módulo, à comunicação e à motivação. Associados a estes aspectos surgem algumas questões: Consegue o visitante manipular o módulo? Será que o visitante interpreta o módulo da maneira como foi pensado? Será que entende a mensagem que se pretende comunicar? Consegue-se captar a sua atenção durante o tempo suficiente para se comunicar a mensagem? Divertem-se ao manipular o módulo? Estão motivados para pensar e aprender aspectos sobre o módulo? Será que quando terminam a interação se sentem mais confiantes? (Gammon, 1999)

É extremamente importante que se crie uma boa comunicação entre o módulo interactivo e o visitante para que ocorra a compreensão do que se quer apresentar. A existência de um *feedback*, no sentido em que exista uma resposta do módulo à interação do visitante, é o facto mais importante do *design* interactivo. Este *feedback* pode ser visual, áudio, táctil, ou uma combinação entre eles.

Ocorre frequentemente entre os visitantes, a ideia de que existe uma única maneira de se interagir com os módulos, que têm de seguir uma regra demasiado específica, sendo consequência deste receio o visitante não explorar o módulo autonomamente e com os seus próprios estímulos. Neste sentido a interação deve sempre ser estimulada ao máximo, e não deve existir espaço para recriminações, pois cada visitante tem o seu próprio caminho e um diferente “timing” para a compreensão dos pressupostos científicos inerentes a cada módulo interactivo. (Semper, 1990)

Numa exposição interactiva, o visitante tem a oportunidade de “vaguear” entre os módulos interactivos e de realizar as ligações pessoais com os mesmos, concretizando escolhas verdadeiramente significativas. Não existe uma obrigatoriedade ou pré-requisito para se interagir com todos os módulos. O

ambiente aberto permite/exige que seja o visitante a construir o seu próprio conhecimento, consciencializando-se de até onde pretende ir.

Para que exista uma boa comunicação entre o módulo e o visitante, é necessário ter em conta vários aspectos aquando da selecção dos designs dos módulos, no que diz respeito às interfaces de controle. O visitante precisa compreender o que cada comando faz e qual dos comandos causa qual efeito. Por exemplo, os módulos que possuem múltiplos comandos causam alguns problemas, pois o visitante deixa de compreender qual comando está a accionar o módulo. É importante que seja intuitivo e explícito que os botões são para carregar, as manivelas são para rodar, as cordas para puxar ou saltar. Os botões devem parecer botões. Devem evitar-se botões que pareçam manivelas, pois o visitante terá mais dificuldades em interagir. Um *feedback* visual ou audível também podem indicar que o mecanismo do módulo foi activado ou desactivado. Isto informa o visitante que ele ligou ou desligou o mecanismo, sem que necessite de carregar permanentemente no botão.

Um aspecto que pode parecer dispensável, mas que por vezes cria conflitos é o funcionamento de manivelas. Estas devem preferencialmente funcionar tanto no sentido horário como anti-horário. No caso de uma manivela ter de funcionar apenas num dos sentidos, este deve ser indicado esquematicamente o mais próximo possível da manivela.

Os módulos que requerem que o visitante realize uma série de acções, numa especial sequência, causam geralmente problemas. Com módulos mecânicos não existe maneira de prevenir que o visitante execute uma acção fora da sequência. E quando não obtém resposta a essa acção, o visitante assume frequentemente que não aplicou força suficiente ou que o módulo não está a funcionar. Neste sentido, as sequências de acções devem estar claramente numeradas ou identificadas. Também os botões devem ser iluminados para informar quando o módulo está ou não preparado para ser interagido. Quanto menos acções houver para executar melhor, pois torna o módulo parecer mais fácil de manipular. Deve ocorrer um feedback após a realização de cada acção, ou então o visitante não vai saber se já completou a tarefa ou se a realizou

correctamente, nem quando pode realizar as restantes tarefas. Ou seja, o início e o fim de cada tarefa devem ser claramente identificados. (Gammon, 1999)

É extremamente importante atingir um ponto de equilíbrio no que se refere ao nível cognitivo dos módulos interactivos para que o feedback dos mesmos não seja imediato. Ou seja, se o desafio for demasiado fácil, não fica nada por questionar, se for demasiado difícil e não houver hipóteses de observar resultados, ocorre um desinteresse. Outro aspecto ainda a ter em conta refere-se a um mesmo módulo estar direccionado para um público muito abrangente. Cada visitante possui um conjunto de pré-conceitos que o influenciam durante a interacção com o módulo interactivo, e que o diferencia de todas as outras pessoas que visitam a mesma exposição.

No que toca à interpretação do módulo, o visitante tende a levar as coisas demasiado a sério, e nesse sentido é necessário ter atenção às comparações que se fazem. As metáforas, por exemplo, são um método popular para explorar informação complexa e abstracta, no entanto devem ser utilizadas cautelosamente. Tanto as crianças como os adultos tendem a ter uma interpretação literal de tudo o que lhes é transmitido nas exposições. O visitante frequentemente interpreta alguns detalhes como sendo pistas muito relevantes. Por vezes a construção dos módulos é demasiado obsessiva nas suas representações, acabando por não funcionar junto do público. Ainda que seja divertido manipular equipamentos reais, estes não são desenhados para serem manipulados pelo público em geral, especialmente por crianças. Por vezes os equipamentos possuem, ergonomicamente, um design pobre e são frágeis para a utilização do ambiente dos centros de ciência. Todos os aspectos devem ser tidos em conta para promover ao máximo a interacção e a compreensão dos módulos.

“A obrigatoriedade de interactuar, embora seja libertadora, porque dessacraliza o objecto, é simultaneamente castradora, porque nos obriga a participar. É um pouco como ir assistir a uma peça de teatro e, de repente os actores obrigarem-nos a participar no enredo, fazendo-nos perguntas ou dançando à nossa volta.” (Trincão, 2007)

A atmosfera de “divertimento” que se faz sentir nos Centros de Ciência leva muitas pessoas a pensar que estes são espaços exclusivamente para crianças. Mas brincar é um tema sério na educação em ciência. Este envolve o desenvolvimento de competências de observação e experimentação relativo à demonstração de conceitos. Vários estudos revelam que brincar é importante no que toca ao desenvolvimento da criatividade, dando sustentação à ideia de que a manipulação de objectos ajuda realmente o cérebro a pensar criativamente sobre os problemas.

É importante definir à partida qual o objectivo do módulo, o que se quer atingir com ele. Esta importância está relacionada com a idade do público-alvo. Não há dúvida que um mesmo módulo pode ter diferentes objectivos em função da idade do visitante, mas é necessário ser-se realista e pensar que uma criança de 4 anos provavelmente não se interessa por dinâmica quântica.

2.4.4.2. Públicos

Para muitos visitantes, a experiência de interagir com os módulos interactivos resume-se às poucas horas que são investidas na visita a um Centro de Ciência, isto quando ocorre apenas uma visita. À primeira vista este curto período pode parecer limitar o seu interesse pedagógico. Mas para muitas pessoas, a visita a um Centro de Ciência é muito mais do que uma simples experiência. Segundo Gammon, uma grande parte dos visitantes regressa aos Centros para uma segunda visita poucos meses após a primeira. De uma forma geral agrada às pessoas reverem os seus “velhos amigos” módulos e demonstrarem às outras pessoas, como devem ser manipulados. Muitos estudantes que integram visitas de estudo, regressam aos Centros com os seus familiares. E cada vez mais os Centros fornecem materiais que permitem ao visitante continuar/repetir as actividades que aí experimentaram.

O público infantil sente algumas dificuldades acrescidas no que se refere a encorajar os adultos a interagirem com eles nos módulos e a um nível adequando. Os adultos adoptam frequentemente uma de duas opções: ou se

posicionam próximo do módulo e fornecem a ajuda caso seja necessário ou se afastam completamente da actividade, sendo que a criança sozinha não é capaz de interagir com o módulo. Neste sentido é importante ter em conta o aspecto infantil dos módulos e não confundir objectivos. Existe uma grande diferença entre algo ser divertido e ser infantil. Os módulos que são construídos para um público infantil devem ser divertidos, mas não devem necessariamente parecer brinquedos, pois se assim fosse as crianças iriam utilizá-los como brinquedos. Na mesma linha, os adultos interpretam estes módulos como infantis, colocando-os de parte. Por outras palavras, só porque o módulo pareça infantil não significa que não seja divertido também para os adultos.

Para o público mais infantil, terminar uma tarefa no mais curto período de tempo pode ser muito estimulante. Isto pode também ser observado em tarefas extremamente triviais, sendo uma estratégia utilizada para atrair o visitante a determinado módulo. As crianças frequentemente repetem a interacção com alguns módulos, com o simples objectivo de melhorar a sua prestação e registar o resultado.

O visitante de um modo geral sente-se normalmente atraído por coisas que possuem luzes coloridas, se movimentam, fazem barulho ou aparentam ter uma forte componente interactiva. O visitante não se interessa por coisas que pareçam estáticas, difíceis de interpretar, que requerem a leitura de grandes textos para serem interagidas ou que são já demasiado vistas no seu quotidiano escolar ou familiar. (Gammon, 1999)

Um aspecto que nem sempre é pronunciado relativamente ao público dos centros interactivos de ciência, refere-se ao género do visitante. Existem diversos estudos que teoricamente afirmam que os centros de ciência são espaços privilegiados para uma educação respeitadora da equidade dos géneros, no sentido em que promovem as competências sociais e verbais dos rapazes, enquanto estimulam as raparigas a manipular objectos e a exercitarem a sua orientação espacial. Segundo um trabalho realizado sobre o “Impacto dos centros interactivos de ciência segundo o género do visitante”, o género masculino apresenta-se mais empenhado em manipular os módulos ao longo da visita, voluntaria-se para experimentar e responde mais vezes às questões colocadas,

no entanto erra mais vezes na resposta que o género feminino. De um modo geral, o género feminino apresenta um comportamento mais constante e persistente no que se refere ao interesse, entusiasmo e observação na visita do que o género masculino. (Martinho, 2007)

2.4.4.3. Organização dos módulos interactivos

Numa exposição interactiva de ciência, ocorrem de uma forma natural várias oportunidades para as pessoas comunicarem umas com as outras, nomeadamente no que se refere à compreensão do funcionamento dos módulos interactivos. Efectivamente alguns módulos interactivos apresentam algumas vantagens quando a interacção é realizada em grupo, do que quando a interacção é realizada individualmente. Este é um aspecto importante e reflecte a importância da primazia que é dada à interacção entre visitantes nas visitas aos Centros de Ciência. Assim um detalhe importante que deve ser tido em conta aquando da instalação dos módulos interactivos numa exposição, é o espaço circundante de observação e manipulação que deve ser dado nos módulos interactivos, a fim de promover esta interacção entre visitantes.

Outro aspecto a ter em conta durante a organização dos módulos é a acessibilidade que estes devem ter na exposição. Não se devem “esconder” módulos, mesmo que em zonas acessíveis da sala da exposição, pois os visitantes não irão encontrar módulos em sítios escurecidos ou demasiado inacessíveis. Outro aspecto refere-se ao facto de o visitante, especialmente as crianças, se sentirem intimidadas em colocar as suas cabeças ou o seu corpo em espaços pequenos e fechados. Se for necessário que o visitante entre para um módulo pequeno, a entrada deve pelo menos estar ao nível dos olhos e ser perceptível à medida que o visitante se aproxima dele. (Gammon, 1999)

Pretende-se que o visitante apresente uma atitude positiva perante os módulos interactivos. Neste sentido os Centros de Ciência têm desenhado e testado os módulos para atrair e chamar a atenção do visitante, para que o visitante se identifique com eles e os ponha a trabalhar. Sempre com o objectivo

de tornar credível ao visitante acreditar que é possível compreender o mundo que o rodeia, e os vários fenómenos científicos onde tropeça diariamente, para que no final adopte um ponto de vista positivo em relação à tecnologia.

“Os módulos podem não ter qualquer fio condutor entre si evidente, tratando de assuntos variados dentro do universo da ciência e da tecnologia. O visitante vai percorrendo os diversos módulos de uma exposição saltando de uns para outros em função da sua atractividade, da compreensão do resultado da sua interacção ou da participação do assunto que possam tratar.” (Trincão, 2007)

Um cuidado acrescido é necessário na representação cenográfica de um módulo multimédia, no sentido em que é importante ter em conta a relação do módulo com o visitante e todo o processo de interacção associado. Pode ser destacado um aspecto ergonómico mais intelectual, que envolve todas as metodologias e técnicas aplicadas que pretendem promover a aquisição de conhecimento, proporcionando uma favorável relação entre o objecto e o indivíduo. Esta metodologia pode resumir-se a um manuseamento simples do módulo ou uma interface fácil e confortável. Módulos ergonomicamente bem concebidos, permitem melhoramentos na eficiência da relação entre o utilizador, as diversas ferramentas e os equipamentos envolvidos, permitindo o desenvolvimento do carácter didáctico do módulo, tornando-o verdadeiramente atractivo. Os módulos multimédia devem assim ser concebidos para uma fácil manipulação, com carácter intuitivo e que se relacionem directamente com o visitante. Isto é cada vez mais um factor determinante no que se refere ao sucesso de um módulo multimédia e pode ser sinónimo de uma utilização “amigável”. (Durant, 1992)

2.4.4.4. Elaboração das legendas dos módulos interactivos

As legendas e as instruções dos módulos interactivos são importantes aspectos que têm promovido pesquisas e diversas interpretações. Uma das conclusões mais pertinentes é que, se o visitante sentir que pode manipular o módulo sem ler a legenda, ele não a vai ler. O visitante lê espontaneamente as

legendas se estiver extremamente motivado. Mas se puder, ele vai tentar manipular os módulos “à sua maneira”. Quer isto dizer que o visitante ignora frequentemente as legendas/instruções e em vez disso realiza o que o design do módulo mais lhe sugere. Isto normalmente é sinónimo de fazer o que é mais fácil fazer, o que é divertido ou o que aprenderam a fazer anteriormente com algum equipamento similar. Neste sentido, o design do módulo deve sugerir ao visitante o que ele deve fazer. As legendas devem ser consideradas um complemento. Em média o visitante gasta entre 3 a 5 minutos na manuseamento dos módulos, portanto é necessário conseguir passar a mensagem pretendida rapidamente. (Gammon, 1999)

O visitante age normalmente em grupo, no sentido em que copia o comportamento de outros visitantes. O método preferido de descobrir como manipular um módulo, pondo completamente de parte a leitura das legendas, é observar como os outros visitantes o manipulam e depois repetir. Este método até poderia ser 100% válido se o visitante anterior tivesse manipulado o módulo correctamente, o que na maioria dos casos não ocorre. Observamos frequentemente o visitante manipular de forma errada um módulo pois copiou o que outro visitante tinha feito anteriormente. Para motivar o visitante a ler a legenda do módulo é importante que esta seja clara e concisa. É pouco provável que o visitante leia grandes textos antes de iniciar uma interacção ou de seleccionar uma resposta. Assemelha-se e receber um novo jogo no Natal, onde não queremos passar horas a ler o livro de instruções, mas preferimos abrir imediatamente o jogo e começar a jogar. Quando o visitante encontra algumas dificuldades em compreender como interagir com os módulos, este procura nas legendas instruções de utilização e não propriamente informação teórica sobre o módulo. Neste sentido, uma das formas de levar o visitante a ler informação sobre o módulo, é colocá-la “dissolvida” nas instruções.

São maioritariamente os adultos quem lê as legendas, e fazem-no frequentemente em voz alta para os seus filhos. As legendas podem assim estar concebidas para ajudar o adulto a substituir o papel da pessoa que orienta na compreensão dos módulos, o *monitor*. As melhores legendas são as que direccionam a atenção do visitante para os aspectos relevantes do módulo

lançando inclusivamente questões-problema. Exemplos dessa legendas são as expressões “Já reparaste que as roldanas são diferentes?” ou “Achas que um macaco conseguiria levantar um elefante?”. Os adultos podem utilizar estas questões, inseridas em diferentes contextos, em discussões com as crianças. Uma das estratégias eficazes nas instruções dos módulos, são os diagramas ou esquemas de imagens que ilustram como o módulo deve ser manipulado, principalmente para o público mais jovem. Um diagrama ou *cartoon* tem mais probabilidades de ser analisado do que um bloco de texto, para além do que as imagens podem possuir um importante conjunto de informação.

A localização das legendas deve ser o mais próxima possível do módulo e convém que permaneça no campo de visão do visitante enquanto este interage com o módulo. Não se devem colocar legendas adicionais perto de um módulo, a não ser que sejam relevantes. Isto porque o visitante pode ler legendas erradas e ficar confundido.

Um aspecto que é normalmente tido em conta é a utilização do nome do módulo como fonte de informação sobre o mesmo. Tendo em conta que o título é a parte do texto que a maioria dos visitantes lê, um título claro e objectivo é de facto importante. Idealmente o título deve informar o visitante do assunto do módulo e em parte do que ele vai ter de fazer.

3. Metodologia de investigação

O presente tópico da dissertação encerra uma descrição detalhada da exposição Mãos na Massa, bem como uma contextualização da sua criação na Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro. Para além da descrição da exposição, e no sentido de a dotar de um complemento didáctico, foram elaborados alguns instrumentos para promover a interacção entre o visitante e os pressupostos científicos inerentes a cada módulo interactivo, nomeadamente através de actividades para os diferentes públicos-alvo.

3.1. Etapas do trabalho

Para além da apresentação detalhada da exposição Mãos na Massa, o trabalho realizado consiste num modelo em que o centro de ciência se torna numa mais valia para o processo educacional, criando uma relação interactiva entre a visita ao Centro de Ciência e as actividades de sala de aula, por exemplo. Isto através de um Caderno de Actividades que tanto pode ser utilizado pela criança para a experimentação de actividades, como pelo adulto (encarregado de educação ou professor) para a planificar ou complementar as visitas.

O modo como o Caderno de Actividades proposto é utilizado, é da responsabilidade do utilizador, estando o conteúdo das várias actividades propostas relacionado com o conteúdo dos módulos da exposição Mãos na

Massa. Ou seja, este caderno de actividades consiste numa ferramenta de apoio, pré ou pós visita à exposição referida.

Com o objectivo de fundamentar e de contextualizar o trabalho desenvolvido, realizou-se uma apresentação detalhada do Centro Ciência Viva de Aveiro, desde a sua abertura em 2004, à descrição das valências que actualmente dispõe. Seguindo as linhas primordiais do Centro, foi posteriormente descrita a construção da exposição interactiva *Mãos na Massa*, desde a sua organização conceptual prévia, à sua instalação. Foram descritos aspectos relacionados com a arquitectura da sala da exposição, o design, os equipamentos utilizados, a forma como se propõe serem manipulados os equipamentos, os pressupostos científicos presentes, bem como alguns aspectos técnicos relevantes para a construção da exposição em questão.

3.2. Descrição da Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro

Os Centros Ciência Viva são espaços interactivos de divulgação científica e tecnológica distribuídos pelo território nacional, funcionando como plataformas de desenvolvimento regional - científico, cultural e económico - através da dinamização dos actores regionais mais activos nestas áreas. Os Centros Ciência Viva têm como principal objectivo a divulgação da cultura científica e tecnológica junto da população. Representam a moderna museologia da ciência e são espaços dinâmicos de conhecimento e lazer, onde se estimula a curiosidade científica e o desejo de aprender.

Distribuídos por todo o território nacional, os Centros Ciência Viva são casas de ciência e convidam os visitantes de todas as idades a participar em actividades e exposições interactivas. Fazem parte da Rede Nacional de Centros Ciência Viva, o Ministério da Ciência Tecnologia e Ensino Superior, em gestão conjunta com o Pavilhão do Conhecimento - Ciência Viva, em colaboração com as Câmaras Municipais e com forte interacção com a comunidade científica.

Encontram-se actualmente inseridos na rede nacional de centros Ciência Viva, 17 centros de ciência distribuídos por todo o país.

A Fábrica, Centro de Ciência Viva de Aveiro, como membro desta rede, tem promovido ao longo dos últimos 4 anos vários momentos de comunicação e divulgação de ciência, não se limitando à região de Aveiro. [4]

3.2.1. Contextualização de criação do Centro

O Centro de Ciência de Aveiro, encontra-se instalado na antiga Companhia Aveirense de Moagens e, desde a sua abertura a 1 de Julho de 2004, tem realizado melhoramentos graduais no edifício de forma a se adaptar à sua nova actividade.

A antiga fábrica iniciou a sua actividade em 1901 e ao longo do séc. XX, albergou a actividade de moagem de cereais, encerrando a actividade em 1994. O edifício desactivado, localizado no centro da cidade junto ao *campus* da Universidade, foi por esta adquirido em 1996.

Em Julho de 2004, após vários meses de preparação, foi inaugurado o Centro Ciência Viva com cerca de 500 m² de área utilizada. A antiga Companhia Aveirense de Moagens entrou novamente em actividade e passou a ser conhecida pelos habitantes locais como “a Fábrica”.

Enquanto entidade promotora de ciência, o centro tem acolhido periodicamente diversas exposições de ciência e tecnologia, dinamizado workshops temáticos, tem ainda promovido debates sobre alguns dos problemas da actualidade. Com o objectivo de promover o interesse do público pela Fábrica, a comunicação dos eventos que é disponibilizada, é cuidadosamente desenhada e pensada, para ser o mais eficaz possível.

3.2.2. Valências existentes no Centro

“Mexer” é palavra de ordem num Centro de Ciência. Mexer, observar e reflectir. Para o tornar possível, a Fábrica preocupa-se em criar momentos ao longo da visita, que despertem nos visitantes várias hipóteses de interacção.

Os fenómenos observados num Centro de Ciência são observáveis na natureza e estão muitas vezes à mercê dos nossos olhos desatentos. Um Centro de Ciência, concentra num espaço mecanismos que replicam fenómenos naturais e criam as condições necessárias para uma observação mais atenta. A organização produtiva fica a cargo de cada um, uma vez que aqui a construção do saber é livre de regras.

Alguns Centros de Ciência dedicam-se exclusivamente a um tema, como a astronomia ou arqueologia, outros optam por integrar várias áreas. A Fábrica organizou o seu espaço em várias valências, estando cada uma delas vocacionadas para áreas mais específicas. Actualmente encontram-se distribuídos pelo centro dez diferentes espaços, correspondentes a dez valências.

Uma das valências que foi iniciada aquando da inauguração do centro é a **sala de cinema a três dimensões (3D)**, que conta com a projecção de dois filmes: *Viagem ao interior da célula* e *5000 metros abaixo do mar*. Para a observação deste filme a 3D o visitante necessita colocar uns óculos, que consistem em filtros polarizadores, e que compativelmente com os videoprojectores, permitem a visualização da “terceira dimensão”.

O manuseamento de equipamento laboratorial é promovido no **laboratório didáctico**, sendo um espaço polivalente onde podem ser realizadas experiências de diversas áreas da ciência, em função dos interesses do visitante. Actualmente as sessões disponíveis abrangem algumas áreas da biologia e da física: *Faz a tua pasta de dentes*, *A célula com paredes de vidro*, *A cor da luz* e *Pega-monstros*. Cada uma destas actividades possui um protocolo experimental que é orientado por um funcionário da Fábrica, mais comumente referido com monitor. Este vai dando dicas ao visitante, geralmente sob a forma de questões, da melhor metodologia a adoptar para a realização da actividade experimental. Contudo existe alguma flexibilidade para que cada visitante adopte uma metodologia com que se identifique melhor.

A **Cozinha é um Laboratório** promove a descoberta de fenómenos de ciência do nosso quotidiano que ocorrem não só nos laboratórios, mas em espaços familiares como a cozinha das nossas casas. O visitante pode testar e experimentar processos subjacentes a transformações químicas e bioquímicas que ocorrem nos alimentos. Actualmente está disponível a sessão *Do grão ao pão*, onde o visitante pode entender todo o processo bioquímico do pão, nomeadamente como se deve misturar a massa, porque se adiciona o fermento, qual o fenómeno que permite o crescimento da massa, podendo inclusivamente fazer o seu pão. Durante o fim-de-semana está disponível a sessão *O meu bolo de chocolate está cheio de moléculas* onde o convencional bolo de chocolate é feito numa caneca, e é cozinhado no microondas.

Vocacionada para o público infantil, foi organizada a valência **Na barriga do caracol**, um espaço onde os conteúdos científicos são cuidadosamente pensados para este público. Dentro da barriga do caracol acontecem histórias com ciência, contadas de forma a promover a interacção e a experimentação, extremamente importantes para a promoção da ciência. Exemplo destas histórias interactivas é *Na tacinha das natas* ou *As voltas que a água dá*.

Uma das áreas constantemente procuradas na Fábrica é a **Robótica**. Esta preferência talvez se justifique pelo facto de ser permitido ao visitante montar e programar um robô, deixando esta tarefa de estar somente acessível a engenheiros ou técnicos especializados. A programação é realizada num computador, respeitando uma sequência de acções, e transferida ao robô através de radiação infra-vermelha. Para o visitante que pretenda desenvolver a sua criatividade, é sugerida a construção de um robô de uma forma mais elaborada, podendo programá-lo para realizar um largo conjunto de tarefas. Existe ainda uma valência onde é compreendido o funcionamento de alguns robôs, nomeadamente como se comportam na presença ou ausência de luz, como lhes transferimos “ordens”, como nos detectam ou como funcionam autonomamente.

A **Mente bola** é uma das aquisições mais recentes da *Fábrica*. Consiste numa interacção em jeito de competição, onde dois jogadores fazem movimentar uma bola sobre uma mesa, apenas com a “força da mente”. É posta à prova a capacidade de concentração, e o jogador que atingir o maior grau de

concentração conseguirá fazer a bola movimentar-se até ao jogador adversário. No final da competição o visitante pode analisar, sob a forma de um gráfico, o seu poder de concentração e comparar com o jogador adversário.

A matemática é uma das áreas da ciência que frequentemente intimida os jovens ao longo dos seus percursos escolares. No sentido de demonstrar que o raciocínio matemático pode possuir várias aplicações, foi criada a **Sala dos jogos matemáticos**. Através do raciocínio matemático implícito, jogar os jogos existentes nesta valência, implica o desenvolvimento de conhecimentos, aprendizagens e destrezas que se constroem quando se joga. Alguns exemplos são destrezas motoras, rapidez de decisão, velocidade de raciocínio, solidariedade, imaginação, criatividade e a capacidade de criar estratégias.

A expressão dramática é também válida para comunicar ciência. Neste sentido é possível assistir na Fábrica a uma espectáculo intitulado **Química por Tabela**, onde a partir de uma sequência de reacções químicas espectaculares, conjugadas com artes cénicas de luz e som, são proporcionados momentos lúdicos de contacto com a ciência.

Mensalmente ou com marcação prévia são ainda realizados **Cafés de Ciência**, onde se debatem temas da actualidade e se promove o diálogo entre os investigadores e o público em geral; fora da Fábrica, tendo como pretexto o pequeno-almoço do público mais infantil, existem **Histórias da Ciência e da Vida**, onde cientistas contam as coisas incríveis que viveram, descobriram, ensinaram e aprenderam ao longo das suas carreiras; é ainda possível comemorar aniversários nas **Festas com Ciência**, existindo muitas actividades para explorar, tendo o aniversariante a possibilidade de escolher as actividades que preferir realizar com os seus convidados.

Mais habitual nos Centros de Ciência, são as exposições interactivas de ciência onde o visitante pode experimentar um conjunto vasto de actividades, estar em contacto com vários pressupostos científicos e percorrer a exposição sem uma ordem específica, podendo seguir os seus interesses e aprofundar as experiências que mais interesse lhe tenham suscitado. A exposição interactiva permanente da Fábrica tem por nome **Mãos na Massa**, e é sobre ela que incide o

cerne deste trabalho. Nesse sentido será abordada em pormenor no próximo tópico.

4. Exposição interactiva Mãos na Massa

A *Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro*, à semelhança dos restantes centros de ciência, é um espaço dedicado à comunicação e divulgação da ciência e da tecnologia. Cada Centro de Ciência possui normalmente algo particular que o caracteriza e distingue dos restantes Centros de Ciência. Grande parte dos centros opta por seleccionar uma temática, associada a um contexto regional ou a uma “tecnologia de ponta”, e desenvolve as suas actividades e projectos em torno dela. No entanto nem todos os Centros são temáticos. A Fábrica, por exemplo, contém uma particularidade que a torna única e extremamente fascinante, o facto de estar instalada numa antiga fábrica de moagens. A arquitectura do edifício tem inclusivamente condicionado, de forma saudável e positiva, as intervenções e instalações de novas actividades no centro. De início foi definido um mote a ser seguido em futuras intervenções, isto porque a Fábrica não foi (re)construída numa única etapa. Durante as várias intervenções sofridas, optou-se por implementar um desenho mais contemporâneo, com materiais de ferro, chapa simples de zinco e linhas direitas. Isto com o objectivo de criar algum contraste entre o antigo e o moderno. Ou seja, optou-se pela utilização de materiais que não perturbassem a arquitectura já existente, mas que lhe sugerissem alguma contemporaneidade. O contexto de um centro de ciência coloca o visitante numa posição emocionalmente favorável, criando condições para o desenvolvimento do interesse pelo mundo das ciências. “A cognição humana é um tipo especial de comportamento social e os museus são um tipo especial de instituição facilitadora de aprendizagem” (Constantin 2001).

Ao fim de 3 anos de existência, e após reunir as condições necessárias, a *Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro* sentiu necessidade de integrar uma exposição interactiva permanente. Com o objectivo de dar continuidade às características fabris, foi elaborada uma exposição construída de raiz e pensada concretamente para este Centro.

4.1. Reflexão sobre a concepção da exposição Mãos na Massa

A concepção da exposição Mãos na Massa teve em conta vários aspectos. Destaco os módulos seleccionados para a exposição, os respectivos pressupostos científicos, o design seleccionado para esta exposição, o nome da exposição e dos módulos, sem esquecer as legendas de cada módulo. Todos estes aspectos requereram uma cuidadosa reflexão, para quando conjugados, fosse possível a criação de uma exposição em perfeita harmonia.

Para o planeamento, elaboração e construção da exposição Mãos na Massa, que decorreu ao longo de aproximadamente dois anos, foi constituída uma equipa de trabalho transdisciplinar. A meu cargo ficaram as tarefas de articulação entre a arquitectura, design e supervisão de carpintaria e serralharia, bem como selecção/elaboração dos módulos interactivos e sua descrição. No entanto todas as deliberações finais foram tomadas em conjunto ou com o conhecimento da direcção da Fábrica Centro Ciência Viva.

De um modo geral, durante o planeamento de uma exposição permanente, é importante considerar alguns aspectos. *“O carácter temporal destas exposições é um dado a considerar à partida, uma vez que a natureza dos materiais é efémera e a necessidade permanente de actualização e inovação nos conteúdos é induzida pelo ritmo da evolução da ciência e da tecnologia. Nos anos 80, as pessoas iam aos centros de ciência para poderem interagir com os computadores. Hoje temos de surpreender o visitante com outro tipo de interações. (...) A procura das últimas novidades tecnológicas, a apresentação*

pública do seu potencial e sua introdução na sociedade deverá, sempre que possível, estar no centro de uma exposição de ciência e técnica.” (Trincão, 2007)

4.1.1. Arquitectura e design da exposição

Um dos primeiros passos para a elaboração da exposição, foi a compreensão do espaço físico onde se iria construir a exposição. A organização espacial da exposição foi acompanhada de perto pelo arquitecto Joaquim Oliveira, chefe de divisão dos serviços técnicos da Universidade de Aveiro, que possuía já um conjunto fundamental de informações sobre o edifício. Estudou-se assim a arquitectura do edifício, e após a avaliação dos espaços disponíveis no centro, optou-se pela instalação da exposição *Mãos na Massa* em duas salas amplas, consecutivas, da ala mais antiga do edifício, ocupando estas cerca de 350 m². Refere-se a uma zona central no edifício, com uma área considerada ajustada para a instalação de uma exposição permanente, possuindo este espaço uma boa acessibilidade.

Paralelamente à selecção dos módulos interactivos que estariam presentes na exposição, todo o ambiente envolvente desta foi sendo estruturado. Desde o chão em madeira, às paredes, à iluminação de toda a exposição, ou mesmo aos ruídos das máquinas a trabalharem, tudo foi pensado com o objectivo de vincar a ideia fabril.

A remodelação do chão, que inicialmente era constituído por uma camada de cimento sem qualquer tipo de simetria, foi um dos aspectos de diálogo e de pesquisa. Para causar uma atmosfera “tecnológica” surgiu inicialmente a proposta de se instalar um chão metálico, como se de uma extensa rede se tratasse. No entanto após analisar o principal público-alvo do centro, compreendemos que não seria o ambiente mais acolhedor, no que se refere ao conforto, para as crianças, que são quem mais visita a Fábrica. Analisando o piso das restantes salas do centro, optou-se por aplicar um chão de madeira sem qualquer tipo de tratamento, tentando simular um chão antigo, tal como o já existente noutras salas do edifício, mas aplicado construtivamente de outra forma. Ou seja, foi pensada uma solução

para ocultar todos os cabos e rede de circuitos eléctrica que seriam necessários para o funcionamento dos módulos interactivos. Neste sentido realizou-se primeiro a instalação eléctrica ao longo do chão de toda a exposição, e posteriormente foi colocado soalho de madeira, com pontos de acesso a todo o sistema eléctrico. Assim, proporcionou-se a aparência de um pavimento coeso, solucionando-se o problema da cablagem, encontrando-se também uma solução financeiramente favorável.

As paredes de uma exposição funcionam como uma pele, uma capa semipermeável que de certa forma a “protege”. Esta pele contextualiza-nos e faz-nos pertencer àquele espaço. As paredes da sala onde se instalou a exposição Mãos na Massa apresentavam algumas dificuldades. A Fábrica, tal como já foi referido, ocupa as instalações de uma antiga fábrica de moagens, e portanto a sua antiga construção não teve em conta uma impermeabilização a longo prazo das paredes. Neste panorama, existia a hipótese de se recuperar e isolar as paredes, investindo-se para uma constante desumidificação da sala, ou “esconder” as paredes de toda a exposição não sendo necessária a sua recuperação. Optou-se por ocultar as paredes danificadas pois se considerou ser a melhor opção, quer em termos de economia financeira quer temporal. Foram assim instaladas chapas de zinco onduladas (semelhantes às utilizadas para telhados de simples pavilhões), que uniformemente forraram a sala da exposição, permitindo ainda ocultar alguns cabos eléctricos necessários para a instalação da iluminação. Com as chapas de zinco criou-se na sala da exposição um ambiente tecnológico, criando assim a “pele” contextualizadora que se desejava.

A iluminação da exposição permitiu realçar alguns objectos e ocultar zonas para onde não se pretendia que o visitante circulasse. Esta iluminação foi colocada no tecto, iluminando cada módulo interactivo e as respectivas legendas, bem como nalguns locais de passagem do visitante. Foi ainda colocada iluminação no chão, junto às paredes laterais da sala, com o objectivo de limitar a área da exposição e permitir observar a sua amplitude através de qualquer ponto de observação.

Várias decisões foram sendo tomadas ao longo da construção da exposição. Para melhorar os acessos à sala da exposição, foi efectuada uma abertura numa

das paredes, para a instalação de uma porta, que dá acesso à parte exterior da exposição, num local oposto ao da entrada da exposição. Nesta saída foi instalada uma cobertura para proteger o visitante em dias de chuva. Na entrada da exposição foi instalado um portão, construído internamente com chapa de zinco ondulada, semelhante às paredes da sala, e exteriormente com madeira semelhante ao chão da sala. Os pilares da primeira sala foram pintados de cor laranja, pois se considerou que esta originalidade poderia também suscitar alguma curiosidade no visitante. Alguns dos módulos adquiridos consistem em projecções de vídeo, tendo sido necessário seleccionar previamente a sua localização. Isto porque estas projecções exigiam um distanciamento entre os projectores e as telas de projecção, e também um escurecimento do ambiente envolvente. Um detalhe criativo nesta exposição, consiste na utilização de paletes de madeira empilhadas, utilizadas industrialmente como base de várias mercadorias, no lugar de mesas comuns. Considera-se este, um aspecto extremamente importante, que permitiu dar continuidade ao ambiente fabril da sala. Estas paletes foram adaptadas e colocadas na sala da exposição em função dos módulos interactivos que iriam incorporar.

Existiu ainda a necessidade de contextualizar alguns módulos, e posicioná-los num contexto de real aplicação. A “Janela indiscreta”, por exemplo, consiste num módulo que aplica tecnologia actual, intrigante, mas útil, e que, muito provavelmente, será utilizada de futuro no quotidiano dos nossos visitantes mais jovens. Uma vez que o objectivo deste módulo é bloquear a entrada de luz nas janelas das casas, este módulo substituiu uma das janelas da sala de exposições. O visitante interage com a janela, e compreende como este sistema pode funcionar nas suas casas!

4.1.2. Nome da exposição

O **nome** desta exposição – *Mãos na Massa* – surgiu com naturalidade da utilização frequente da expressão *Hands-on*, utilizada para retratar exposições interactivas. Através deste nome é simples depreender que o visitante vai poder

mexer e interagir com os objectos que lhe apresentamos. Para além disso, como a *Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro* ocupa uma antiga fábrica de moagens de cereais, participa de certa forma no fabrico de *massa*, através da moagem dos cereais.

4.1.3. Selecção dos módulos

A instalação de uma exposição permanente num Centro de Ciência envolve alterações e despesas que podem ser consideradas um investimento a longo prazo. Neste sentido é extremamente importante ponderar os módulos interactivos a serem adquiridos, para que se contemple uma antecipada (ou não) conjugação entre eles e o ambiente da exposição, entre muitos outros aspectos.

A exposição *Mãos na Massa* incorpora 37 módulos interactivos integrando várias áreas da ciência. Destes, 13 foram idealizados e construídos exclusivamente para esta exposição. Para tal contactámos vários fornecedores, para encontrar a “matéria-prima” necessária, e a partir daí, com o auxílio de serralheiros e carpinteiros, construímos os módulos. Dar continuidade ao ambiente fabril da sala foi o ponto de partida para a sua construção. Foi feito um esforço para conjugar os pressupostos científicos desejados com a recuperação de equipamentos antigos. Tentou criar-se uma continuidade e uma linha ao construir os módulos tendo como suporte um conjunto de paletes empilhadas. Estas paletes foram lixadas, para poderem ser “tocadas” pelos visitantes, mas não obtiverem qualquer outro tipo de tratamento. Foram agrupadas até uma altura acessível aos vários visitantes, e aí foram embutidos os vários módulos.

Para além dos módulos idealizados e construídos pela Fábrica, foram também adquiridos módulos “pronto a usar”. O fabrico de estruturas visualmente agradáveis, amplamente testadas a nível de segurança e robustez, encontra-se já bastante desenvolvido na Europa. Parte dos módulos que compõem a exposição interactiva “*Mãos na Massa*” foram adquiridos na Holanda. Outros módulos foram adquiridos na Alemanha e sendo alguns considerados peças de autor.

Ao longo da exposição existem interacções com sombra, luz e movimento, que foram desenvolvidos e produzidos pela empresa portuguesa *Ydreams* a partir de uma prévia ideia do que se pretendia transmitir.

O ambiente fabril e a proximidade ao mar inspiraram outros módulos produzidos pela Fábrica. É o caso do módulos *Mecânica das roldanas* que retrata o içar de sacas de peixe, através da aplicação de diferentes forças, ou de uma passadeira em movimento que sugere a produção em série de uma fábrica. Sobre esta passadeira circulam objectos curiosos que nos vão transmitir ideias através da leitura do código de barras associado a cada um.

Os módulos interactivos desta exposição possuem uma escala individual mas uma identidade de grupo. Ou seja, a interacção que pode ser efectuada com cada módulo, não inviabiliza a interacção com os restantes módulos, não existindo uma ordem para se interagir ou uma dependência directa, daí possuírem uma escala individual. No entanto, observando os módulos na sua globalidade, é fácil compreendê-los como pertencentes à mesma exposição, pois se encontram em sintonia ao nível do design e da arquitectura, possuindo assim uma identidade de grupo.

Na mesma exposição foram seleccionados alguns módulos interactivos cujos pressupostos científicos se repetem, no entanto possuem diferentes abordagens. A sistematização e a complementaridade de uns módulos com outros, foi um aspecto tido em atenção. Acreditamos que a experimentação de várias interacções leva a uma melhor compreensão de um determinado conceito ou ideia, e para além disso desenvolve competências de múltiplas relações.

4.1.4. Elaboração dos nomes e legendas dos módulos

Nesta exposição, tal como em todas as exposições interactivas, é “proibido não mexer”. Nesse sentido, e para estimular a interacção, foram cuidadosamente elaboradas legendas, com o objectivo de transmitir ao visitante um conjunto diversificado de informações. Optou-se pela elaboração de legendas com textos curtos, de fácil leitura, e com um tamanho de letra que permitisse a sua

visualização a pelo menos dois metros de distância. As informações constantes nas legendas são relativas à forma como se deve interagir com o módulo. No entanto existem módulos com várias possibilidades de interacção ou com várias interpretações, e nesses optou-se com colocar uma questão ou afirmação intrigante que levasse o visitante a experimentar autonomamente o módulo. Noutros módulos colocou-se em alternativa uma imagem, que sugere como o visitante pode manipular os objectos de que dispõe, desinibindo o visitante e estimulando a sua interacção com o módulo. O nome de cada módulo sofreu também um processo de reflexão para que pudesse por si só transmitir alguma informação do fenómeno que nele se pode experimentar, sempre com o objectivo de promover o interesse pela compreensão do fenómeno a ele inerente.

A elaboração dos nomes e das legendas para os módulos, apresentou-se assim como uma das tarefas mais demoradas desta exposição. O cuidado que se teve resulta do conhecimento que actualmente possuímos relativamente à *repulsa* que as legendas extensas em museus e centros de ciência causam no público. Nesse sentido fez-se um esforço para se criarem legendas aliciantes, de fácil leitura, que permitissem um acompanhamento pertinente para os vários módulos interactivos desta exposição.

4.1.5. Quiosque de conteúdos

É bastante frequente encontrar ao longo de exposições interactivas de ciências, a explicação dos fenómenos experimentados pelo visitante. Junto de cada módulo interactivo existe normalmente uma legenda com a explicação para o fenómeno observado. A dimensão ou o formato desses conteúdos segue normalmente um determinado critério ou metodologia sendo que as respostas às questões colocadas mentalmente pelo visitante estão sempre “por perto”. Na exposição Mãos na Massa, tal como já foi referido, as legendas dos módulos foram cuidadosamente elaboradas para suscitar a curiosidade no visitante e estimular a interacção com as experiências. Nesse sentido optou-se por não desvendar antecipadamente o “véu”, e condensar todas as explicações e

conteúdos teóricos sobre os objectos experimentados, num quiosque localizado à entrada da exposição. Assim, caso seja do interesse do visitante, podem ser consultadas todas as explicações de fenómenos de óptica, mecânica, electromagnetismo, entre muitas outras, nesse mesmo quiosque. Este foi sem dúvida um dos aspectos da exposição que ocupou mais tempo para a sua execução. Todos os módulos interactivos foram analisados, todos os pressupostos científicos foram identificados, uma metodologia ao nível do vocabulário foi também encontrada, sendo o resultado final o documento que se encontra no **anexo I**. Estes conteúdos foram elaborados e revistos em conjuntos com um dos elementos da comissão científica do Centro, tendo-se tido o cuidado de encontrar um vocabulário que abarcasse um público o mais vasto possível. De referir ainda que neste quiosque o visitante é convidado a responder a um conjunto simples de questões, relacionadas com o seu interesse pela ciência e por Centros de Ciência. Estas questões na prática consistem num questionário de interesse para o Centro, que deve posteriormente ser analisado e interpretado. É ainda solicitado ao visitante que insira o seu email para constar na base de dados do Centro, para futuramente receber as novidades da Fábrica.

4.2. Descrição detalhada da exposição *Mãos na Massa*

4.2.1. Organização dos módulos

Quanto à organização conceptual dos módulos é propositadamente “não organizada”, uma vez que a construção do saber nestes espaços é livre de regras, tratando vários assuntos inerentes ao universo da Ciência e da Tecnologia. Nesta exposição o visitante pode percorrer os diversos módulos da exposição, em função da sua atracção, da compreensão que obteve da sua interacção ou da percepção do assunto tratado. Existem vários modelos de

organização para exposições. Existem centros que defendem a criação de circuitos lógicos pré-definidos, para uma melhor gestão da distribuição dos visitantes pelas exposições. Por vezes estes circuitos lógicos são criados pois existe um crescente de conteúdos ou uma dependência entre eles, sendo que o visitante só deve avançar para o módulo seguinte após ter interagido com todos os que se encontram antes desse. É ainda frequente a distribuição dos módulos na exposição por temas, por se considerar que permite uma reflexão e compreensão mais persistente para determinado tema. Para a construção da Mãos na Massa foram ponderadas todas estas possibilidades, no entanto não foi seguida nenhuma delas em particular. Para a distribuição dos módulos interactivos, foi tido em conta a diversidade de públicos a receber, sendo distribuídos pela exposição tanto módulos mais infantis, por exemplo a “Pintura Magnética”, como módulos mais adultos, sendo “Conhecer os Cientistas” um bom exemplo¹. A localização destes na exposição não teve uma coerência espacial, pelo contrário, os módulos encontram-se “misturados”, não existindo a tradicional secção do adulto em oposição à secção da criança. Pretende-se que todos os visitantes se deparem com todos os módulos, cabendo-lhes decidir se querem ou não interactivar. Naturalmente foi seguida uma certa conveniência durante a organização devido à dimensão dos módulos ou no que se refere ao seu aspecto atractivo. Por exemplo o módulo “Passadeira do Saber” é considerado um agregador histórico, que pela análise do visitante poderia já existir no edifício antes da instalação desta exposição, e nesse sentido foi colocado no início da primeira sala da exposição, para criar algum impacto aquando da entrada do visitante na mesma. Foi previamente elaborado um desenho, com o software Autocad, da sala da exposição com os módulos distribuídos numa proporção real (ver anexo II, III e IV).

4.2.2. Entrada e saída da exposição

A entrada e a saída para esta exposição é feita de um modo especial. Existe um portão na entrada da exposição associado a um automatismo que permite a

1. A descrição destes e de todos os módulos da exposição encontra-se no próximo capítulo deste trabalho.

sua abertura sem esforço. A este está associado um programa matemático, desenvolvido pelo *Projecto Matemática Ensino* da *Universidade de Aveiro*, onde é necessário responder correctamente a um conjunto de questões que envolvem o raciocínio matemático para abrir o portão. No final da visita, após a interacção com os módulos, o visitante “entra” no papel de um produto resultante desta fábrica, e sai numa passadeira, depois de pesado e devidamente etiquetado, até à parte exterior da exposição. Esta entrada e saída foi também pensada com o objectivo de fazer “circular” o visitante, não permitindo a aglomeração de pessoas numa única passagem.

4.2.3. Descrição de cada módulo

Cada módulo foi identificado segundo vários aspectos, que se apresentaram transversais. Um aspecto refere-se à circulação que se realiza em torno do módulo, nomeadamente 360° ou 180°. A descrição de cada módulo engloba aspectos relacionados com a concepção de cada módulo, indicando-se onde foram adquiridos os vários componentes, as suas dimensões, quais as influências do módulo (aspectos regionais, aspectos da actualidade, aspectos históricos, entre outros), explicação do nome e da legenda de cada módulo, entre muitos outros aspectos. Seguidamente apresenta-se uma exploração detalhada de cada módulo interactivo da referida exposição. Tal como já foi referido indicam-se aspectos acerca da concepção do módulo, mas também da sua instalação, da recuperação a que alguns módulos foram sujeitos, bem como alguns dos pressupostos científicos inerentes, sendo ainda referidas algumas características físicas relativas à interacção com o mesmo.

a) A matemática abre portas

Para entrar na exposição Mãos na Massa, é necessário abrir um grande portão que se encontra associado a um sistema de abertura automática – automatismo. Inicialmente surgiu a ideia de em vez de se utilizar um simples comando à distância, ou um botão para a abertura do portão, se devesse fazê-lo através de um leme de um antigo navio (previamente restaurado), que havia sido concedido ao Centro. Assim o visitante para entrar na exposição teria de rodar o leme para fazer abrir o portão. Posteriormente à execução deste sistema, decidiu-se também utilizar um



software matemático interactivo que associado ao portão seria outra hipótese de abertura do mesmo. Este software, concebido pelo departamento de matemática da Universidade de Aveiro, o PMate, consiste numa *Plataforma de Ensino Assistido por Computador*. Este software, de uma forma muito resumida, baseia-se num conjunto de questões de escolha múltipla, relacionadas com o raciocínio matemático. Quando o visitante responde correctamente às questões colocadas, o portão abre automaticamente. Caso as respostas não estejam correctas, o visitante deve rodar o leme, sendo esta a segunda hipótese de abertura do portão. Para concretizar esta ideia, foi necessário a aquisição de um monitor *touch screen* e um computador com ligação à Internet.

Após algumas utilizações deste sistema foi verificado que o monitor seleccionado para esta interacção apresenta dimensões muito reduzidas. Isto porque os grupos escolares têm vários alunos, e todos têm mostrado interesse em ler as questões e ajudar a encontrar a resposta correcta. Assim, uma das

alterações a realizar neste módulo consiste na troca deste monitor para um maior, possivelmente um quadro interactivo. Retomando ao objectivo central deste interacção, uma vez que temos um sistema de questões matemáticas, que se for respondido correctamente abre o portão que dá acesso à exposição, é-nos permitido afirmar que por vezes *A matemática abre portas*, tendo o nome desta interacção surgido desta interpretação.

A abordagem realizada com este módulo é assim de 180°, possuindo um tempo médio de interacção de 4 minutos. Para seleccionar a resposta no monitor deve interagir apenas uma pessoa, no entanto, no contexto dos grupos escolares, todos podem participar para responder às questões, sendo a metodologia de interacção utilizada a *carregar no botão*.

b) O Monstro da Matemática

O “*Monstro da Matemática*” consiste num jogo (tipo *tetris*), onde o visitante deve responder a um conjunto de questões de raciocínio matemático. Para interagir, o visitante deve movimentar-se em frente a uma tela de projecção, numa área predefinida, com o objectivo de deslocar a imagem de um “monstro” para próximo das



respostas às várias questões apresentadas. O visitante necessita executar um cálculo mentalmente para encontrar o resultado correcto o mais rápido possível. Quanto maior o número de jogadas correctas maior o número de pontos conseguidos para atingir um bom resultado. No início do jogo é possível seleccionar o nível adequado à idade. No primeiro nível são avaliados conhecimentos associados a operações com a tabuada e no segundo nível são avaliados conhecimentos sobre cálculo trigonométrico e inequações. Esta interacção computacional foi concebida pela empresa Ydreams em parceria com a Fábrica, Centro Ciência Viva de Aveiro. É composta por um computador, uma

tela de projecção, um videoprojector, uma webcam e um software criado para a interacção. A webcam encontra-se na parede sobre a tela de projecção, isto para que quando o visitante se desloca, a câmara capte o seu movimento, enviando essa informação para a interacção. Como reacção obtém-se o movimento de uma imagem na tela de projecção, imagem essa representada pela figura de um monstro. Tal como num jogo Tetris, a figura do monstro vai descendo, sendo que o visitante deve alinhá-la para assim seleccionar a resposta correcta à pergunta efectuada. Para destacar a zona de interacção, encontram-se no chão duas pedadas em vinil preto, funcionando estas como as teclas deste jogo.

O nome *O monstro da matemática* pretende, de uma forma irónica, desmistificar a complexidade da matemática. Através de um jogo simples pretende-se que o visitante se sinta motivado para a resolução dos problemas matemáticos propostos, e que abandone a ideia de que a matemática é um monstro.

Uma vez que se trata de uma projecção, considera-se a abordagem feita ao módulo de 180°, sendo o tempo médio de interacção de 10 minutos. Por se tratar de uma interacção que reage ao movimento do visitante, deve ser utilizada por uma pessoa de cada vez.

c) Passadeira do saber

A “*Passadeira do saber*” pretende sensibilizar o visitante para a ciência e tecnologia associada a um conjunto de objectos que ocorrem no seu dia-a-dia, estando portanto mais direccionado para um público jovem/adulto.



Inicialmente surgiu a ideia de colocar um conjunto de objectos dispostos em prateleiras, tal como os artigos de uma loja. Cada objecto teria um código de

barras e tal como numa loja, existiria um leitor de código de barras. Aqui o objectivo não seria comprar os objectos, e nesse sentido a informação que cada código de barras fornece não se refere ao seu preço. Esta informação forneceria, num



monitor, aspectos relacionados com a ciência e a tecnologia através de um conjunto de imagens. O visitante poderia seleccionar um ou vários objectos, sendo a informação cedida um estímulo adicional para o interesse pela ciência.

A ideia dos “objectos de ciência” foi amadurecendo tendo surgido uma nova ideia, uma adaptação da anterior, trocando a prateleira de suporte dos objectos por uma passadeira giratória. Com esta passadeira pretende-se conservar o aspecto mais fabril do Centro de Ciência em questão, comparando-se a uma linha de montagem de uma fábrica ou mesmo ao transporte de sacos de cereais que havia já ocorrido neste edifício. Sobre a passadeira circulam ininterruptamente os objectos que “transportam” ciência. O nome “Passadeira do Saber” surge no seguimento desta interpretação.

A interacção a este módulo é efectuada através de leitores de código de barras. Foram dispostos ao longo da passadeira 6 leitores de códigos de barras, seis monitores e respectivos computadores. O visitante observa a informação de cada objecto após accionar o código de barras através do leitor. Desta forma é possível obter num ecrã uma sequência de imagens que dão informação acerca do objecto. Esta informação retrata aplicações tecnológicas desses objectos e temáticas científicas relacionadas, nomeadamente luz, radiação, tipos de energia, reciclagem, genética, unidades celulares, circuitos eléctricos, entre muitos outros. Os objectos que circulam nesta passadeira foram seleccionados tendo em conta a sua dimensão, o seu aspecto atractivo ou simplesmente o factor curiosidade.

Para os visitantes mais interessados, existe a possibilidade de receber por e-mail informação mais detalhada sobre as temáticas inerentes a cada objecto. Para tal o visitante deve, junto da passadeira, ler o código de barras do bilhete

que adquiriu para entrar na exposição, e posteriormente ler o código de barras dos objectos que circulam na passareira. Seguidamente deve interagir com o bilhete no quiosque (que se encontra à entrada da exposição), onde deve deixar os seus dados pessoais, com o objectivo de receber informação adicional sobre os objectos que seleccionou.

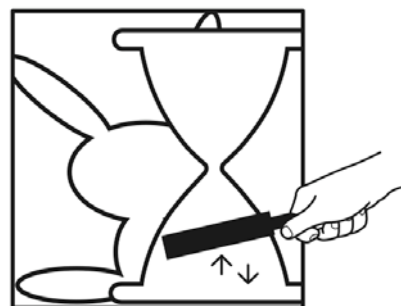
A passareira foi exclusivamente idealizada e construída para a exposição Mãos na Massa. Foram estabelecidos contactos com empresas de pesca para se estudar a passareira transportadora mais adequada, tendo-se encontrado uma solução junto de uma empresa espanhola, que se disponibilizou para conhecer o espaço da exposição, efectuar medições e apresentar uma proposta. Após alguns ajustes a essa proposta a passareira foi construída com o objectivo de conduzir objectos que “transportam” conteúdos científicos, num circuito fechado, tendo em conta os respectivos cuidados de segurança necessários. Esta possui dimensões aproximadas de 970 centímetros de comprimento por 80 centímetros de largura, tendo-se optado por uma altura de sessenta e cinco centímetros para ser acessível também ao público mais jovem. É possível circular em torno da passareira no entanto a interacção pode ser feita apenas num local, pois os objectos movimentam-se continuamente ao longo da passareira passando obrigatoriamente pelo visitante. A cada objecto está associada uma sequência de imagens com duração aproximada de trinta segundos. O visitante é livre para seleccionar os objectos que entender.

Alguns dos objectos que circulam na passareira estão relacionados com a pesca e a navegação, tendo sido previamente restaurados, outros objectos sugerem de actividades do dia-a-dia. Seguem alguns exemplos: Célula fotovoltaica, pedra de Calcite, Bússola Giroscópica de navio (existindo o paralelismo com outro módulo da exposição: “*Giroscópio Humano*”, Lâmpada, Telefone, Interruptor, Coração, Pilha, Ossos do pé, Radiografia, Óculos de Sol, Maçã (para abordar o tema da força da gravidade), Microscópio, boneco com aspecto de um monstro (para fazer a ponte com a projecção interactiva “O Monstro da Matemática”), Lata de ervilhas (para sugerir a interacção com o módulo Livro Falante), Ovo de avestruz, Anel, molde de uma Cabeça, Voltímetro, Ouriço-do-mar.

Estes objectos foram instalados com o objectivo de, caso se revelasse pertinente, serem substituídos por outros objectos. Por exemplo se pretendêssemos chamar a atenção do visitante para aspectos relativos à alimentação, devido a alguma comemoração ou polémica, poderíamos colocar objectos relacionados com a cozinha, o colesterol e as vitaminas. Ou sobre astronomia seleccionávamos objectos como lentes, mapas celestes, astrolábios, entre outros. A versatilidade desta passadeira pode assim ser analisada segundo vários pontos de vista.

d) Pintura magnética

A “*Pintura magnética*” consiste numa experiência lúdica, baseada nos fenómenos associados a ímanes. Para a sua construção foi fabricada uma caixa de acrílico, como se de uma moldura se tratasse, com dimensões coerentes com as da estrutura de suporte onde se iria instalar o módulo. Nesta actividade o visitante pode observar que existem pequenos pedaços de ferro (colocados dentro da caixa de acrílico) sobre uma figura, a imagem do coelho *esquizométrico* (uma das mascotes da Fábrica). Com base nas propriedades magnéticas e utilizando ímanes como “*pincéis*” é possível ao visitante movimentar os pedaços de ferro sobre a figura e modificar a aparência da imagem do coelho. Uma vez que o visitante pode pintar através das propriedades magnéticas dos ímanes, o nome do módulo surge como “Pintura magnética”.



É possível circular em torno do módulo para aceder às zonas onde se encontram os pedaços de ferro, podendo interagir directamente dois visitantes em simultâneo. De início disponibilizaram-se dois robustos ímanes para orientar os pedaços de ferro, sendo posteriormente um dos ímanes substituídos por um objecto metálico sem propriedades magnéticas. O aspecto destes dois “*pincéis*” permaneceu semelhante, no entanto, colocou-se um ponto de interrogação sobre o objecto não metálico para ser o próprio visitante a compreender que nem todos os metais possuem propriedades magnéticas.

A estrutura de suporte da caixa de acrílico, consiste num conjunto de paletes empilhadas, descritas no capítulo anterior. Sobre este conjunto de paletes encontra-se uma placa metálica onde se encontra o nome do módulo e uma pequena legenda. O tempo previsto de interacção com o módulo corresponde a cinco minutos, no entanto uma vez que este é um dos módulos preferidos do público infantil, têm-se observado interacções mais longas.

e) Livro Falante

Este módulo consiste num livro de imagens e som, que apresenta um conjunto de informação sobre tópicos relacionados com genética, hereditariedade e microbiologia. O visitante ao virar as páginas deste livro, vai poder observar



diferentes imagens e diagramas, e simultaneamente ouvir uma explicação associada às páginas do livro que está a observar.

São apresentadas células de vários seres vivos e são comparadas as suas características. Para a compreensão das características genéticas de cada um de nós, são demonstradas algumas combinações possíveis que justificam a cor dos nossos olhos, cabelo ou pele.

Este foi um dos módulos reutilizado da exposição temporária “Genes e a alimentação”, que decorreu na Fábrica de Julho de 2004 a Agosto de 2006. Após analisar a importância do módulo, foram efectuadas as devidas modificações para que este integrasse a exposição Mãos na Massa, nomeadamente a “capa” do livro foi pintada de preto e a sua estrutura foi colocada sobre um conjunto de paletes.

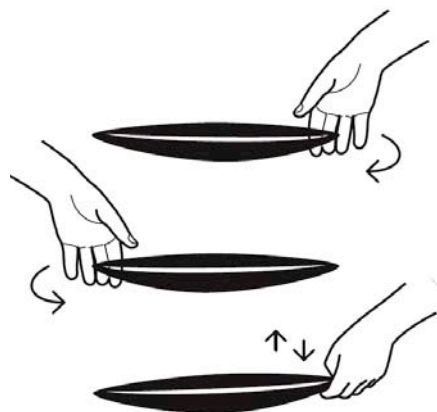
Fisicamente a circulação possível em redor do módulo é de 360°, no entanto a sua interacção ocorre a 180°, com o mínimo de uma pessoa. Para ver e ouvir toda a informação presente no livro, são necessários cerca de 10 minutos.

f) Celtic Stone

O “*Celtic Stone*” consiste numa experiência, baseada em fenómenos associados ao movimento de rotação. Para interagir o visitante deve colocar o objecto em rotação nos dois sentidos alternadamente, ou provocar uma oscilação vertical numa das extremidades do mesmo, tal como é apresentado nas três imagens da figura.



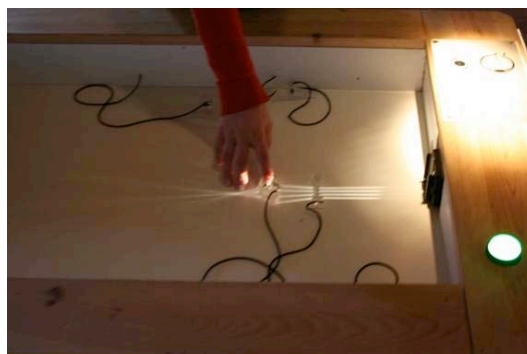
Trata-se de um objecto inspirado num artefacto Celta, encontrado há cerca de 100 anos, sendo inicialmente apelidado de “celtic stone”, resultando daqui o nome deste módulo. Este objecto não possui uma distribuição de massa uniforme, o que origina uma rotação persistente apenas num sentido. Consiste numa peça extremamente elegante, com uma massa aproximada de 20 quilogramas. Foi adquirida a uma



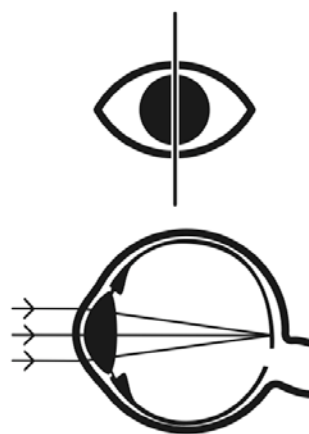
empresa Alemã, sendo um dos módulos que relacionam a arte e a ciência. Consiste numa peça de latão, talhada para obter uma geometria característica. Esta deve ser posta em rotação preferencialmente sobre uma superfície polida com o objectivo de evitar o atrito. Para esta exposição foi adquirida uma placa em mármore polida, tendo sido embutida num conjunto de 5 paletes, sendo possível circular em torno do módulo. Uma placa metálica foi fixada no topo do módulo, com algumas imagens ilustrativas para a interacção. Foi também colocado um pequeno poema associado a esta peça histórica, que fornece, de certa forma, informação da orientação que a peça vai tomar quando é colocada em rotação.

g) Ilha de luz

A “Ilha de Luz” consiste num conjunto de actividades baseadas na óptica geométrica e na cor. Neste módulo é possível experimentar diferentes componentes ópticos e analisar variados fenómenos luminosos, tais como: reflexão, refacção e dispersão da luz.



O kit de luz que constitui este módulo, incluindo fonte de luz e diferentes componentes ópticos, foi adquirido na *Arbor Scientific*. Esta interacção encontra-se em vários centros de ciência possuindo o nome “Ilha de luz”, no entanto o aspecto global do módulo é geralmente distinto. Mais uma vez, para este módulo, manteve-se a ideia fabril tendo-se embutido num conjunto de paletes uma caixa rectangular, de fundo branco, para a manipulação dos objectos ópticos e observação dos consequentes fenómenos ópticos. É possível circular em torno do módulo, podendo a interacção ocorrer com vários visitantes simultaneamente. Para que a fonte de luz não estivesse sempre acesa,

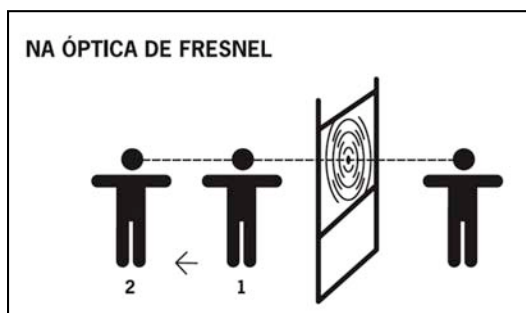


foi colocado um botão junto à mesma, para ser accionado pelo visitante caso este pretendesse interagir com o módulo. A fonte de luz foi fixada numa das extremidades desta caixa rectangular, tendo-se disposto os vários componentes ópticos fixos por vários fios, com a possibilidade para serem manipulados em frente à fonte de luz. A legenda e o título deste módulo foram dispostos numa placa metálica, onde foi colocada a imagem de um olho humano, para que o visitante tente identificar das lentes de que dispõe, a que mais se assemelha à do olho humano, tendo em conta o desvio da luz.

h) Na óptica de Fresnel

Este módulo é constituído por uma lente de Fresnel e pretende mostrar o poder amplificador deste tipo de lentes, bem como sugerir algumas das suas aplicações.

Foi instalado numa zona da exposição de passagem “obrigatória”, de frente para a entrada da exposição. Pretendeu-se à partida criar alguma curiosidade no visitante, propiciando a observação dos restantes visitantes através da lente. Após uma primeira breve observação, é intuitivo para o visitante que a imagem observada depende da distância a que este se encontra da lente. Nesse sentido, sugerimos ao visitante, através de um



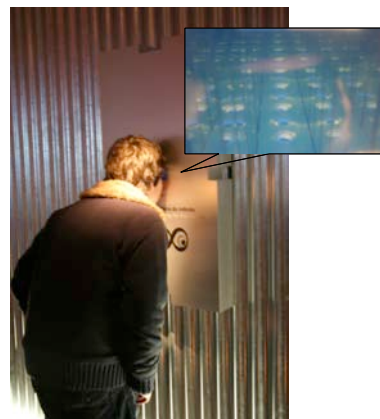
simples esquema (figura ao lado) que se posicione em diferentes distancias à lente (indicadas no chão), com o objectivo de observar a inversão da imagem da pessoa que está no lado oposto da lente.

Para suportar a lente quadrada de 80 centímetros de largura, foi construída uma estrutura de ferro, fixa no chão e no tecto, tendo a zona mais próxima do chão ripas de madeira para dar continuidade ao soalho, onde se fixou a legenda do módulo.

Uma vez que os fenómenos aqui retratados se relacionam com a óptica e o seu inventor foi Augustin-Jean Fresnel, apropriadamente surge o nome “Na óptica de Fresnel”. As lentes de Fresnel tiveram a sua aplicação inicial em faróis nas praias, e foi nesse sentido que este módulo foi seleccionado para esta exposição, devido à inevitável ligação que Aveiro tem com o mar e com a história piscatória.

i) À procura do infinito

Este módulo dá a conhecer uma visão mais artística da múltipla reflexão da luz. O visitante deve olhar pelo orifício indicado, e instintivamente irá procurar a última imagem reflectida. O módulo possui um conjunto de espelhos planos colocados paralelamente e perpendicularmente entre si, de modo a criar uma caixa interior espelhada. No interior desta “caixa” existe também uma fonte de luz. Esta ao incidir nas paredes espelhadas da estrutura é reflectida infinitamente, produzindo infinitas imagens. Este módulo é uma peça de arte (da autoria de Ana Gama) explorando o lado mais artístico que a ciência também pode possuir.



Estruturalmente este módulo consiste numa caixa rectangular metálica com um metro e vinte centímetros de comprimento por setenta centímetros de largura e quinze de profundidade. Foi fixado numa das paredes da sala de exposição, sendo a interacção efectuada apenas com um visitante de cada vez. Foi colado no módulo uma imagem caricaturada correspondente ao símbolo matemático do infinito, devido à associação feita à reflexão *infinita* da luz. O nome do módulo corresponde também à interpretação do fenómeno observado, ironicamente intitulado por “À procura do infinito”.

j) Espelho meu, espelho teu...

O módulo “Espelho meu, Espelho teu...” apresenta, de uma forma lúdica e divertida, alguns fenómenos de reflexão e percepção visual, bastando para tal que duas pessoas se sentem frente a frente, como a representação na figura. Foi construída uma moldura estilo barroco, com a particularidade de possuir frente e verso. No lugar



de uma pintura ou de um único espelho, foram colocadas tiras de espelhos planos espaçadas entre si (dos dois lados da moldura), resultando uma observação diferente da que normalmente se observa nos espelhos. Este, apresenta zonas de reflexão e zonas de transparência. Ao olhar



para o espelho, nas zonas reflectoras é possível observar fragmentos da nossa imagem, e nas zonas transparentes é possível observar fragmentos da pessoa que está sentada do outro lado do espelho. Assim, surge uma imagem confusa para quem se observa, pois possui características que não são suas. É uma simples questão de reflexão e percepção visual.

A moldura foi colocada sobre um conjunto de paletes e fixa também ao tecto. Frente a frente, tendo a moldura no meio, foram colocados dois bancos à mesma distância da moldura, isto para garantir que a reflexão da imagem do visitante tenha a mesma dimensão nos dois lados. A legenda deste módulo resume-se a um simples esquema sugestivo para que o visitante alinha a sua cara com a da pessoa que se encontra do outro lado do espelho, de modo que o resultado final seja uma imagem sobreposta. Esta legenda encontra-se numa placa metálica executada para este efeito, fixa na parte de cima da paleta de madeira. Ainda neste placa metálica, consta o título do módulo “Espelho meu, espelho teu...” que surgindo da história do conto de fadas, foi modificado para retratar um pouco do

que é este módulo. Este espelho especial permite observar uma imagem que resulta em parte da reflexão da luz do visitante no espelho – espelho meu –, sendo outra parte resultado da reflexão da luz na pessoa que se encontra em frente ao visitante – espelho teu.

É um dos módulos da exposição onde é necessário uma interacção com duas pessoas, pois se pretende misturar a reflexão do próprio visitante com o que se encontra à sua frente, podendo os restantes visitantes circular em torno do módulo.

k) My Precious

Este módulo alia arte e ciência ao factor surpresa, pois o resultado desta interacção é algo inesperado. É composto por um anel metálico de elevada massa sobre o qual se encontra sobre uma superfície metálica côncava. Esta superfície é bastante polida o que faz com que exista pouco atrito entre ela



e o anel, permitindo que o anel mantenha a rotação por um período mais longo. Para iniciar a rotação o visitante deve colocar o anel na vertical sobre a superfície côncava e dar-lhe um impulso para que este inicie uma rotação na



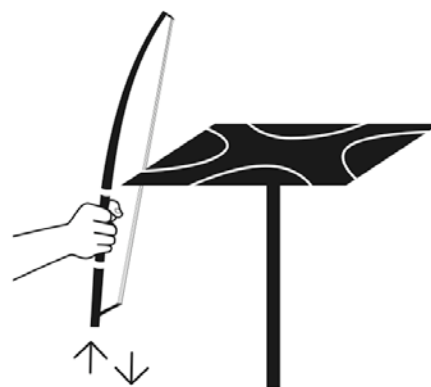
vertical. O anel apenas pára de rodar após aproximadamente cinco minutos, dependendo do impulso inicial fornecido. O impacto visual da queda do anel tem cativado visitantes de várias idades. Como o anel apresenta uma massa muito elevada, por segurança este foi colocado fora do alcance do público infantil,

sendo necessária a presença de um monitor do Centro para auxiliar a interacção com o visitante.

Uma vez que a peça por si é uma obra de arte, não foi embutida no conjunto de paletes como os restantes módulos. A legenda e o título do módulo foram colocados na periferia da superfície côncava. O nome “My precious” advém da história do filme “Senhor dos anéis” se relacionar com a protecção de um anel com poderes mágicos. Para a legenda é deixada uma indicação ao visitante para que não se vá embora antes de o anel parar. É também sugerida uma forma de interacção através de um esquema. Este módulo foi adquirido numa empresa Alemã, tal como o “Celtic stone” e encontra-se numa zona da exposição onde pode ser observado por várias pessoas em simultâneo.

I) Areia dançante

Arte e Ciência foram mais uma vez conjugados neste módulo. É constituído por uma placa quadrada de metal (quarenta centímetros de largura) com areia e um arco semelhante ao de um violino e pretende mostrar fenómenos baseados em ondas e acústica. A música geralmente está associada a instrumentos musicais onde são produzidas vibrações que são sentidas e ouvidas por todos nós. Esta actividade permite visualizar essas vibrações, através de figuras de areia, que correspondem a diferentes sons, ou seja, correspondem a diferentes frequências de vibração. Quando o visitante faz deslizar o fio do arco na placa vibrante que possui areia, coloca-a a vibrar com uma frequência bem definida. Esta vibração na placa produz um padrão estacionário, que possui zonas de grande amplitude de vibração e zonas de mínima amplitude de vibração. Isto significa que na superfície da placa existem



locais de oscilação e locais de repouso, produzindo um movimento dos grãos de areia para os locais de repouso da placa. Assim surge um padrão final de areia característico dessa vibração.

O módulo foi adquirido em conjunto com o “Celtic Stone” e o “My Precious” a uma empresa Alemã. Uma vez que é necessária areia para observar os padrões vibratórios, e esta ao vibrar caía naturalmente para o chão, foi colocado um reservatório de madeira no chão para recolher essa areia. Foi também neste reservatório colocada a chapa metálica com a legenda do módulo. Este apresenta um esquema para auxiliar a interação com o módulo, nomeadamente, friccionando o fio do arco nas laterais da placa com a areia. É assim possível circular em torno do módulo, podendo a interação ser observada por vários visitantes em simultâneo, mas manuseada individualmente. O nome “Areia dançante” resulta da própria observação do módulo, onde os pequenos grãos de areia se orientam para zonas simétricas da placa vibratório, como se de uma coreografia se tratasse.

m) Janela Indiscreta

Este módulo consiste num equipamento ainda pouco conhecido pelo público em geral. Funciona com base no fenómeno de polarização da luz e é constituído por um painel de

cristais líquidos (LCD) que está entre dois filtros polarizadores. Quando este painel LCD é sujeito a uma diferença de potencial os seus cristais sofrem uma alteração de orientação produzindo alteração da polarização da luz que o atravessa. Quando a luz incide no painel, ao atravessar o primeiro polarizador, fica polarizada com certa orientação. A



luz irá atravessar o painel se o segundo polarizador tiver orientação de polarização paralela a este (painel transparente), se tiver orientação perpendicular a luz não o atravessa (painel opaco). A manipulação da polarização da luz entre os dois polarizadores é efectuada utilizando o painel LCD, através dos dois botões.

A tecnologia utilizada neste equipamento é aplicada há vários anos para diversas situações, no entanto a aplicação que aqui se faz deste fenómeno físico ainda não se encontra ao acesso de todos os visitantes. Pretende-se mostrar que os LCD's podem ter várias aplicações que se encontra ao nosso serviço.

Este módulo foi inicialmente pensado para ser instalado no interior da exposição, como os restantes módulos, para possibilitar uma interacção a 360°. No entanto, acabou por substituir uma janela que ligava a exposição com o exterior do edifício, acabando por ser um módulo instalado no seu contexto real de utilização. Assemelha-se assim ao vidro de uma janela. Tem dimensões aproximadas de um metro de largura por três metros de altura. As duas posições do interruptor funcionam para o visitante como o abrir ou fechar de uma cortina na sua casa, possibilitando escurecer um determinado espaço. Este sistema foi seleccionado por se considerar que é uma tecnologia que pode existir nas futuras casas dos visitantes mais jovens que actualmente visitam o centro. Este painel foi adquirido à empresa francesa Saint Goiban e requer alguns cuidados relativos à exposição solar, nesse sentido foi colocada uma película reflectora na parte exterior do edifício.

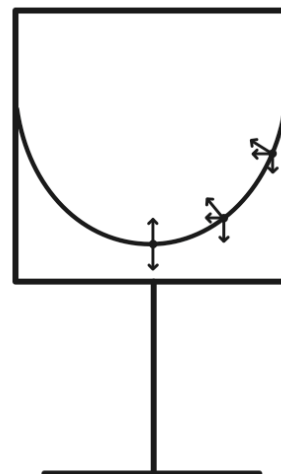
n) Esculturas líquidas

Este módulo foi recuperado do projecto Física Viva promovido pela Sonae Sierra, pelo Ciência Viva e pela Universidade de Aveiro, que consistiu na promoção e divulgação da física em Centros Comerciais, utilizando



equipamentos interactivos e experiências simples.

Consiste numa caixa estreita de acrílico que contém água corada e numa manivela que permite colocar a caixa em rotação. O equipamento foi embutido num conjunto de cinco paletes para permitir uma interacção mais estável com o módulo. Quando a caixa de acrílico é colocada a girar, sujeitando o líquido a um movimento de rotação em torno do seu eixo vertical, a superfície livre do líquido adquire a forma de uma parábola. Quanto maior for a velocidade de rotação, maior é a quantidade de líquido que se aproxima das paredes laterais.



O nome Esculturas Líquidas resulta da distribuição que a água adquire quando se encontra em rotação, assemelhando-se a uma escultura simétrica. Na legenda subentende-se alguma da ciência que se encontra associada ao módulo. O visitante pode relacionar este efeito com o da máquina de lavar roupa no programa de centrifugação.

o) Canhão electromagnético

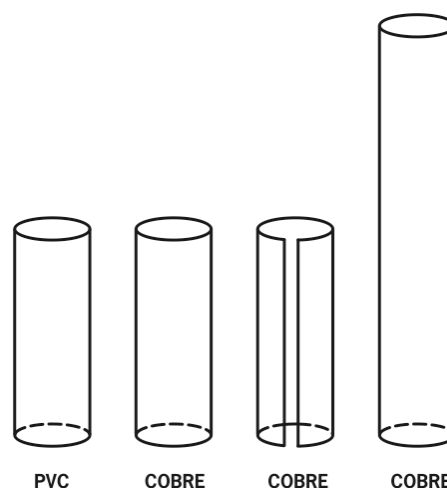
Este módulo, tal como o anterior, foi recuperado do projecto Física Viva que viajou por alguns Centros Comerciais do nosso país. Consiste numa experiência sobre electricidade e magnetismo.

Dando continuidade à exposição, o módulo foi embutido



num conjunto de 5 paletes, podendo o visitante observar quatro longos tubos de acrílico, contendo cada um uma bobine e no seu interior um pequeno projectil cilíndrico, bem como um cabo de um material condutor, que serve de guia ao

projectil. O visitante interage com quatro botões que permitem alterar o estado de repouso desses pequenos projecteis cilíndricos. São assim apresentadas situações sobre campos magnéticos variáveis e corrente eléctrica induzida em diferentes materiais. Quando o visitante carrega nos vários botões, está a fazer passar corrente eléctrica alternada no fio condutor em espiral que constitui a bobina.



Esta corrente eléctrica alternada gera um campo magnético variável. Como o projectil (tubo de cobre) está próximo deste campo magnético variável, é induzida no tubo de cobre uma corrente eléctrica de sinal contrário à anterior. Por sua vez, esta corrente eléctrica gera também um campo magnético, no tubo de cobre, que se opõe ao da bobina. Assim o tubo de cobre é repellido da bobina como se se tratassem de dois ímanes voltados com o mesmo pólo. A indução destes campos ocorre de forma instantânea, por isso vemos o tubo saltar.

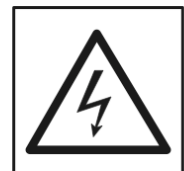
Os quatro projecteis consistem na realidade em quatro tubos diferentes. No primeiro caso consiste num tubo de cobre, no segundo num tubo de PVC, no terceiro o projectil é um tubo de cobre mas com uma ranhura ao alto, no último o projectil é um tubo de cobre ligeiramente mais alto que os três anteriores, sendo as quatro experiências diferentes. No caso do tubo de cobre rasgado (circuito aberto) e do tubo de PVC não existe corrente eléctrica induzida, logo o tubo não salta. O projectil subirá mais alto quanto melhor condutor for o material e quanto maior for.

O nome Canhão Electromagnético surge com naturalidade, uma vez que no módulo é possível experimentar o lançamento de projecteis através de um campo electromagnético. Na legenda do módulo foram identificados os quatro projecteis através de um simples esquema, chamando assim a atenção do visitante para o detalhe que altera o comportamento do projectil para as quatro situações.

p) De por os cabelos em pé

Este módulo é composto por um gerador de Van de Graaff, adquirido na empresa norte americana Arborsci, e pretende ilustrar fenómenos de electricidade estática. Este sistema possui um motor que faz mover uma correia e que é electrizada ao passar por um pente existente na parte inferior deste. A correia electrizada transfere a carga eléctrica para a campânula do gerador, a qual vai acumulando carga. Quando uma pessoa isolada coloca as duas mãos sobre a campânula carregada, em geral os seus cabelos ficam em pé. Isto ocorre devido à transferência de carga eléctrica do gerador para a pessoa, a qual se irá acumular nos cabelos. Como a carga eléctrica nos cabelos possui o mesmo sinal, estes tendem a repelir-se, obrigando-os a ficarem em pé e afastados uns dos outros.

Uma vez que este equipamento utiliza alta voltagem, a interacção entre o visitante e este deve ser sempre acompanhada por um monitor. Nesse sentido, foi introduzida a ideia de workshop para este módulo, ocorrendo a horas pré-definidas, nomeadamente em mini sessões a cada trinta minutos. Nestas são exploradas um conjunto de actividades tais como o movimento de pedaços de esferovite, observação de descargas eléctricas através de esfera de descarga, observação do cabelo de uma boneca a ficar em pé, e por fim solicita-se a participação de um visitante para se elevar o seu cabelo através da electricidade estática.



Um dos problemas encontrados após poucas utilizações deste equipamento, resumia-se à sua fraca eficiência para a demonstração das actividades devido à presença de humidade na sala de exposição. Neste sentido foi adquirido um secador de cabelo convencional, tentando-se antes das mini sessões secado o ar circundante ao gerador, bem como o próprio gerador. Tem-se observado que este procedimento melhorou a eficiência das demonstrações. Para salvaguardar a segurança do visitante e do módulo, o gerador foi embutido numa caixa de madeira (seguindo o design definido para a exposição), encontrando-se os acessórios referidos guardados nesta caixa e apenas acessíveis ao pessoal do Centro.

De pôr os cabelos em pé foi o nome atribuído a este módulo, por se considerar elucidativo da interacção e simultaneamente por suscitar a curiosidade do visitante. Na legenda do módulo consta sinalética de segurança e imagens ilustrativas do perigo de se manusear este equipamento por pessoas sem competências para tal.

q) Vê o que o espelho te diz

Este módulo apresenta três espelhos diferentes: um plano, um côncavo e um convexo. Neles é possível observar as leis da reflexão e as propriedades das imagens. Cada espelho apresenta 60 centímetros de diâmetro e encontram-se estrategicamente instaladas na



parede mais próxima do módulo *De pôr os cabelos em pé*. As dimensões consideráveis dos espelhos criam algum espanto no visitante, revivendo estas observações que de certa forma já experienciou em alguma situação da sua vida. Por exemplo em espelhos de segurança rodoviária, de maquilhagem, para

auxílio em medicina, entre outros, sendo que neste módulo as pode observar numa maior escala.

Para confrontar o visitante com as propriedades físicas dos espelhos, são disponibilizados ao visitante pequenos painéis escritos com expressões divertidas. Estas analisadas à vista desarmada parecem confusas, mas observadas ao espelho permitem uma perfeita leitura (isto porque se encontram impressas de forma simétrica). Na sequência da utilização destas ferramentas, surge o nome do módulo *Vê o que o espelho te diz*. O visitante poderá ler as mensagens através da imagem formada no espelho plano. Nos espelhos curvos incentiva-se o visitante a realizar uma aproximação/afastamento a estes e observar a formação das diferentes imagens. Naturalmente esta interacção está dirigida para um público mais jovem, no entanto pode ser utilizada pelo público em geral.

Estes três espelhos foram conjugados neste módulo para exemplificar os fenómenos ópticos que o visitante encontra frequentemente no seu dia-a-dia: em espelhos de segurança rodoviária, em espelhos de maquilhagem, em espelhos para auxílio em medicina.

r) Pincel de luz

Este módulo é composto por um computador, um videoprojector, uma webcam e uma tela onde é projectado um software interactivo de luz e cor. Foi adquirido à empresa portuguesa *Ydreams* e funciona à distância e em tempo real, sendo o objectivo pintar a tela



com luz de diferentes cores. O seu funcionamento é muito semelhante ao de um programa de desenho convencional de um computador.

O visitante, direccionando a luz de uma lanterna para a tela, acciona um sistema sensível à luz,

que vai comandar a simulação computacional de pintura colorida. Para accionar diferentes cores, o visitante deve direccionar a luz da lanterna e colocá-la sobre a cor pretendida (paleta do lado esquerdo da tela). O visitante pode assim pintar um quadro com várias luzes coloridas e utilizar outras funções, tais como apagar/alterar e definir textura.

A tela do módulo foi instalada na parede que divide as duas salas da exposição permitindo um maior ângulo de interacção. Quanto à lanterna foi instalada num tubo flexível que se fixou no chão, permitindo uma intuitiva interacção com o módulo.

Pretende-se que o visitante compreenda que está a pintar com luz, por isso o resultado da mistura das cores (luminosas) é diferente da obtida se estivesse a pintar com tinta (pigmentos). Neste módulo é possível explorar o sistema aditivo de cores. A partir da sobreposição de luz com cores primárias (vermelho, verde e azul) é possível obter as três cores secundárias (ciano, magenta e amarelo) ou o branco.



s) Holograma

Na moldura suspensa, é possível observar um fascinante holograma arco-íris. Para visualizar as várias perspectivas da imagem 3D que se encontra gravada no filme holográfico, o visitante deve movimentar-se ligeiramente quando posicionado em frente ao holograma.

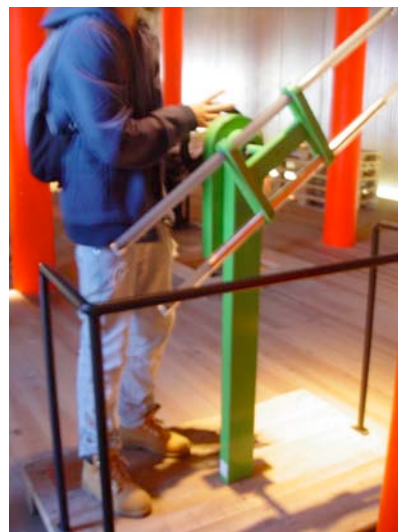


Os hologramas são imagens a três dimensões registadas através de luz laser. Tal como na fotografia, a holografia é uma técnica de registo de informação em filme fotossensível. Enquanto a fotografia produz uma representação bidimensional do objecto, a holografia capta toda a informação acerca do objecto originando uma imagem idêntica ao objecto real, relevando tridimensionalidade e profundidade de campo. As aplicações dos hologramas podem ser encontradas em áreas como a investigação científica, arte, marketing e publicidade, segurança e memórias de computador.

O holograma presente na exposição mãos na Massa, provém do projecto *Física Viva* e foi instalado numa zona de passagem obrigatória da exposição, nomeadamente após a porta de passagem entre as duas salas. Foi construída uma moldura preta em ferro (de 50 por 40 centímetros) e uma estrutura para suspender o holograma desde o tecto até uma altura que permitisse ao visitante uma fácil observação mas que não obstruísse a sua passagem. Não foi criada legenda para este módulo, por ser intuitiva a forma como este deveria ser observado. Para garantir que o visitante observa o holograma, foram colados no chão, na direcção do holograma, duas pegadas de vinil preto, indicando a posição que o visitante deve tomar para melhor observar o holograma. Nesta posição, o visitante olhando para a frente e inclinando a cabeça ligeiramente para cima, poderá observar as várias cores do holograma. Movendo-se lateralmente ou ligeiramente para a frente o visitante pode observar as várias perspectivas deste bonito holograma arco-íris.

t) Travão magnético

O “Travão Magnético” consiste numa actividade sobre magnetismo. Este módulo possui dois tubos, um de acrílico e outro de cobre, pelos quais passa um íman. Quando se deixa cair o íman através do tubo de cobre, ocorre um fenómeno



electromagnético, criando-se um campo magnético no próprio tubo que vai contrariar o campo magnético do íman. Este fenómeno é idêntico a termos dois ímanes próximos com pólos iguais. O resultado é uma repulsão na descida que vai travar a queda do íman, demorando este mais tempo em comparação com o tempo de queda do íman no tubo de acrílico, onde nada ocorre. Este efeito é aplicado em travões, por exemplo, nas bicicletas de ginástica.

Este módulo foi também “reciclado” da iniciativa *Física Viva*, tendo sido pintado de verde (cor dos restantes módulos) e melhorados alguns aspectos práticos relativos à interacção com o público. Um dos problemas que o módulo apresentava relacionava-se com o pequeno volante que permitia rodar os tubos para assim observar a queda dos corpos. Observava-se que o visitante girava o volante aleatoriamente, desfocando a sua atenção do que realmente se queria mostrar no módulo. Nesse sentido, restringiu-se a rotação do volante a 180° , para que o visitante accionasse a inversão dos ímanes e observasse a sua queda.

O nome *Travão Magnético* resulta da experimentação que se faz do módulo, ou seja, através da força magnética, conseguimos travar o movimento de um íman. A legenda do módulo foi colocada numa placa metálica e posicionada na base do módulo, junto ao chão, constando nesta uma questão para chamar a atenção do visitante para a queda dos ímanes. A interacção directa com o módulo é apenas com uma pessoa, mas o módulo constitui uma ilha, podendo ser observada por várias pessoas em simultâneo.

u) Tubos de Newton

Este módulo permite analisar a queda de corpos de diferentes formas e pesos, com e sem vácuo. Ao visitante são apresentados dois tubos de vidro, sendo que cada um contém uma pena e uma moeda. Os tubos foram estrategicamente isolados, para que se pudesse extrair o ar de um deles, criando assim o vácuo. Os tubos devem ser invertidos, através de um volante, para se observar a queda dos corpos.

Nesta experiência podemos ver que, no tubo sem ar, a pena e a moeda chegam à outra extremidade do tubo ao mesmo tempo – neste caso só sofrem a acção da força da gravidade. Assim, o visitante pode concluir que apesar de um objecto ser leve e outro pesado, eles “caem ao mesmo tempo”. No tubo com ar, a pena só demora mais tempo porque sofre maior resistência devido ao ar.

Tal como o módulo anterior, este também provém da iniciativa *Física Viva*, tendo sido melhorados os mesmos aspectos relativos à interacção com o público.

Esta experiência foi apresentada por Newton aquando da explicação da queda dos corpos, tendo ficado conhecida por *Tubos de Newton*, nome também utilizado para este módulo.

A legenda do módulo consiste numa placa metálica colocada próximo do chão, e chama à atenção para o facto de a pena e a moeda não caírem ao mesmo tempo, fazendo o visitante reflectir sobre esta diferença.

Também como no módulo anterior, a interacção faz-se apenas com uma pessoa, mas a queda dos corpos pode ser observada por várias pessoas em simultâneo.

v) Bolas de sabão fantasma

Neste módulo é recriada uma das brincadeiras preferidas das crianças – bolas de sabão. A conjugação de uma tela de projecção com um sistema sensível à sombra, detecta os movimentos do visitante, reagindo à sua acção em tempo real.



O visitante deve manipular um dispositivo de bolas de sabão, para este produzir, em simultâneo, bolas reais e virtuais. Ao interagir com as bolas de sabão é necessário ser cauteloso e evitar movimentos bruscos, empurrando-as levemente para o ar. Movimentos mais fortes provocam o rebentamento prematuro das bolas quando estas contactam com a sombra.

Tal como as bolas de sabão real, as virtuais também são efémeras, pelo que, ao fim de algum tempo, vão rebentando, sozinhas, num espasmo de salpicos, desaparecendo da tela. Accionando novamente o dispositivo de bolas o ciclo recomeça.

A localização deste módulo foi condicionada pela tecnologia que utiliza, isto porque a captação da imagem projectada na tela é feita por um câmara posicionada na parte de trás dessa mesma tela. Descrevendo toda a sequência, existe, encostado à parede que divide as duas salas da exposição, um computador que comunica a informação de uma imagem ao videoprojector, que consequentemente a projecta para uma tela. O visitante interage com o módulo posicionando-se entre o videoprojector e a tela, provocando uma sombra nesta. Esta sombra é detectada pela câmara que se encontra atrás da tela, como já foi referido. A câmara comunica a localização exacta da sombra para um programa no computador, deslocando as bolas de sabão virtuais, tal como se o visitante lhes estivesse realmente a tocar. Deste modo a zona de interacção deste módulo abrange uma considerável área da sala da exposição.

O módulo foi produzido pela empresa portuguesa Ydreams, tendo sofrido algumas adaptações para poder também libertar bolas de sabão reais. O nome do módulo, *Bolas de sabão fantasma*, surgiu por ser intrigante para o visitante a sua sombra movimentar as bolas de sabão projectadas na tela. Para auxiliar o visitante na interacção com este módulo, é apresentada uma imagem em vinil, colada num dos lados da máquina das bolas de sabão. A ilustração sugere ao visitante de uma forma intuitiva que este se posicione em frente à tela de projecção. Esta imagem não foi suficientemente explícita, sendo que de início os visitantes mais jovens, tocavam na tela de projecção com o objectivo de rebentar as bolas de sabão virtuais. Foi assim necessário delimitar a zona de interacção, sinalizando no chão a zona onde o visitante se deveria posicionar através de um largo tapete. A zona onde o visitante não deveria estar, foi também assinalada, pintando-se várias faixas amarelas no chão, tal como a sinalização rodoviária relativa à proibição de estacionamento.

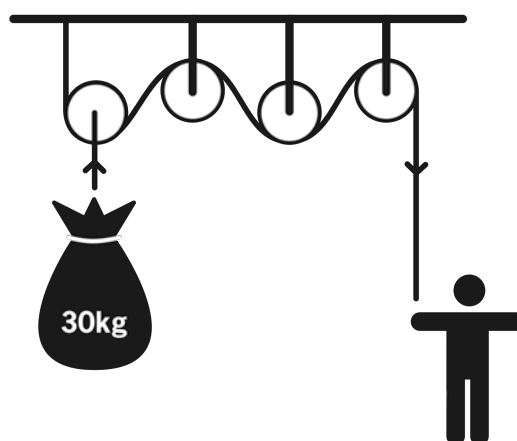
Relativamente à projecção da interacção, esta passou por um longo processo de aperfeiçoamento. De uma maneira geral, a atracção visual do módulo fez com a

sua utilização fosse exaustiva, sendo necessário melhorar detalhes ao nível do software que permitissem tal utilização.

w) Mecânica das roldanas

Neste módulo é apresentada uma maneira simples e eficiente para demonstrar as vantagens das roldanas. Apresentam-se seis roldanas, associadas duas a duas, possuindo diferentes factores de desmultiplicação. Cada par de roldanas está associada a um saco, tendo cada conjunto (saco mais roldana) a mesma massa para não influenciar a experiência. O visitante neste módulo tem como objectivo levantar o saco para cada uma das situações. Deste modo, é possível sentir a força necessária para tal e verificar que essa força é diferente para as várias roldanas.

Os materiais utilizados para construir este módulo foram estrategicamente *reciclados* de bacalhoeiros da região de Aveiro, para transmitir um ambiente real da aplicação destes sistemas. As roldanas, anteriormente utilizadas para levantar grandes cargas de bacalhau, foram restauradas e associadas a resistentes



cabos para levantar sacos de areia com trinta quilograma. Para a associação entre os cabos e as roldanas, bem como para a execução de laços próprios para segurar os sacos, foi tido o auxílio de um capitão de embarcação.

Os sacos de serapilheira utilizados simulam o içar de sacos com bacalhau e nesse sentido foram gravadas mensagens como *Bacalhau miúdo*, *Bacalhau graúdo*, entre outras, com carimbos próprios para o efeito. Relativamente ao nome *Mecânica das roldanas*, resulta do princípio de Mecânica experimentado quando se manipulam as roldanas. Na legenda do módulo apresenta-se um esquema com as roldanas e indica-se que cada saco apresenta a massa de trinta quilogramas. O módulo pode ser manipulado de forma independente por três pessoas em simultâneo.

x) Conhecer os investigadores

Neste módulo o visitante pode conhecer trabalhos e resultados de investigação de docentes e investigadores da Universidade de Aveiro. Para tal foi seleccionado um espaço confinado na exposição, para simular o gabinete de um



professor/investigador. Foi fisicamente dividido com três paredes de acrílico e apresenta um local para o visitante se sentar. Através de um módulo computacional, o visitante vai poder seleccionar um tema científico e um investigador, para conhecer os resultados dos trabalhos de uma investigação, ou conhecer o futuro de vários domínios da ciência. Este módulo apresenta imagens e vídeos que foram seleccionados a partir de um programa de televisão realizado pela Universidade de Aveiro, e que visa promover a investigação que se desenvolve na UA. Foram posteriormente organizados por temas e dispostos num programa de modo a serem facilmente consultados pelo visitante.

O nome do módulo *Conhecer os investigadores* surge da relevância que se pretende dar à investigação que se faz nas universidades e à importância da sua comunicação ao público em geral.

y) Labirinto Óptico

O “Labirinto Óptico” consiste numa actividade experimental, baseada em fenómenos da óptica geométrica. Este módulo possui três lasers verdes, bastante brilhantes, e um conjunto de componentes ópticos, tais como espelhos, lentes e prismas, instalados numa estrutura de parede. O visitante neste módulo tem como objectivo



fazer a luz laser chegar a um dos três alvos do extremo oposto, formando um *Labirinto óptico*, nome dado ao módulo. Para tal, de um a três visitantes devem orientar e direccionar a luz laser, manipulando os componentes ópticos e deste modo explorar as leis da óptica de reflexão e de refacção.

Este módulo foi adquirido à empresa Alemã Huttinger, e foi seleccionado pela sua robustez, pela atracção visual e por apresentar um funcionamento intuitivo. Apresenta-se sob a forma de um quadro de dois metros de largura por dois metros de altura, e foi instalado numa das paredes de passagem obrigatória da exposição.

z) Giroscópio humano

O “Giroscópio Humano” consiste numa experiência baseada em fenómenos de rotação. O módulo consiste num banco com eixo rotativo, que foi modificado para reduzir o atrito durante a rotação, e numa roda de bicicleta à qual

foi adicionada uniformemente uma determinada massa. O visitante deve sentar-se no banco e segurar a roda. Deve pedir a outra pessoa para colocar a roda em rotação. Quando alteramos o eixo de rotação da roda, inclinando-a, observamos uma alteração no estado de rotação do visitante. Quando o visitante altera o plano de rotação da roda, inclinando a roda para o lado oposto, altera o respectivo momento angular. Em consequência, e sem que para isso o visitante necessite de fazer qualquer esforço, o banco passa a rodar no sentido contrário, de modo a compensar a variação de momento angular provocada na roda.



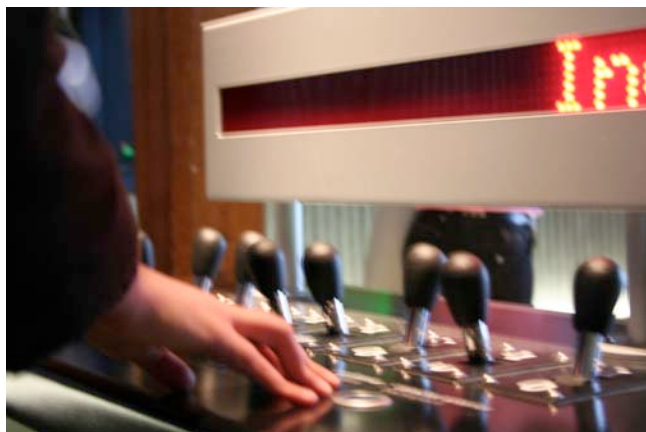
A legenda que acompanha o módulo foi posicionada na parede mais próxima deste, junto à estrutura de suporte da roda. Apresenta uma sequência de imagens que indica como o visitante deve proceder para interagir com o módulo.

Este *Giroscópio humano* foi também “reciclado” da iniciativa Física Viva, tendo sido o acento do banco forrado de verde (cor dos restantes módulos da exposição) e melhorados alguns aspectos práticos relativos à interacção com o público.

aa) Escrever com uns e zeros

Este módulo consiste na codificação de letras através do *código binário*. Esta tecnologia é actualmente utilizada pelos computadores. Ao visitante é

apresentado um ecrã de LED's onde pode registar caracteres, e oito interruptores que permitem seleccionar o número *zero* ou *um*. Estes interruptores estão associados a um sistema de codificação, que identifica a letra ou caractere que se quer representar. Uma letra é construída através da combinação de oito caracteres binários (uns e zeros) com uma ordem específica. Assim o visitante pode formar uma palavra, ou construir uma frase. A este tipo de codificação dá-se o nome de *código binário*.



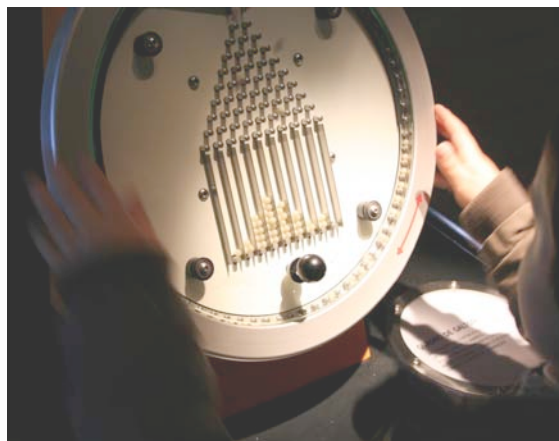
Este módulo, tal como os sete que seguidamente se apresentam, foi adquirido à empresa Holandesa *Bruns*. O módulo é bastante robusto e cria um impacto positivo no visitante. Os módulos produzidos por empresas especializadas para o efeito, testam e melhoram os módulos para resistirem a várias interacções, nesse sentido a única intervenção da *Fábrica* consistiu na selecção da cor do módulo.

O nome do módulo é uma descrição real da interacção que o visitante pode ter com o módulo – escrever letras com uns e zeros. Relativamente à legenda, esta apresenta uma simples descrição do procedimento que se deve ter para interagir com o módulo.

bb) Quadro de Galton

Neste módulo o visitante experimenta o princípio da distribuição normal de Gauss. O jogo consiste num quadro vertical com alternadas filas de pinos, pequenas colunas verticais e um conjunto de esferas. Estas ao cair vão atravessar a região de pinos sofrendo desvios aleatórios até se fixarem numa determinada posição (coluna vertical). O objectivo do jogo consiste em verificar o

tipo de distribuição que ocorre às esferas. De modo a forçar a queda das esferas o visitante roda o quadro. Para observar a nova distribuição basta pressionar um botão de modo a libertar as esferas e voltar a rodar o quadro. Ao repetir o jogo diversas vezes é possível concluir que a distribuição obtida é aproximadamente idêntica. Este módulo ilustra que a distribuição segue um certo padrão, conhecido por *distribuição normal* ou *distribuição de Gauss*.



O nome atribuído ao módulo, *Quadro de Galton*, resulta de uma experiência que Galton executou com um quadro e pequenas esferas para comprovar a distribuição de Gauss. A legenda apresenta-se sob a forma de um desafio, incentivando o visitante a experimentar várias vezes o módulo para concluir que a distribuição das esferas é semelhante. O módulo foi adquirido à empresa alemã Bruns, e após ter ser adquirido para a exposição *Mãos na Massa*, fez já parte de uma exposição de comemoração dos 100 anos das publicações de Darwin.

cc) Era uma vez o Código Morse

Neste módulo o visitante irá participar num desafio, onde terá de enviar informação através de um código composto por *pontos* e *traços*. Para representar um *ponto* o visitante deve carregar num botão de forma rápida, para representar um *traço* deve carregar no mesmo botão durante um intervalo de tempo mais longo. As diferentes combinações de *pontos* e *traços* irão corresponder a diferentes letras. Num ecrã surgem as letras que se pretendem codificar, bem como os respectivos



pontos e *traços* correspondentes. O desafio será comunicar informação com o máximo de rapidez possível. Este desafio vai sendo dificultado com a diminuição do tempo disponível para codificar as letras. Sempre que o visitante carrega no botão, surge um sinal sonoro em simultâneo com um sinal luminoso, de modo a facilitar a identificação do *ponto* ou do *traço* que se representa.

O nome do módulo, *Era uma vez o código Morse*, surgiu por se tratar de uma anterior técnica de comunicação, no entanto com reconhecido valor a nível mundial. Pretende-se neste módulo que o visitante seja o comunicador de uma mensagem, assim, a legenda do módulo consiste num desafio para o visitante transmitir essa mensagem o mais rápido possível. A empresa Alemã Bruns foi também a fornecedora deste módulo.

dd) Trabalhar para aquecer

Neste módulo podemos observar diferentes transformações de energia e verificar como se pode produzir energia eléctrica através de energia mecânica e a partir desta obter energia térmica. O objectivo deste módulo é verificar qual a quantidade de energia necessária para fazer água entrar em ebulição.



O visitante vai ter de *dar à manivela*, com o objectivo de produzir uma corrente eléctrica. Esta corrente eléctrica irá percorrer uma resistência, que se encontra mergulhada em água. Esta resistência vai produzindo calor e ao fim de um certo intervalo de tempo a água aquece até à ebulição.

O módulo foi adquirido à empresa Alemã Bruns, e apresentou alguns problemas relativamente à sequência dos botões iluminados para seguir correctamente o procedimento até à ebulição da água. Ou seja, o visitante não sabia quando podia começar a rodar a manivela porque em vez de acender uma luz verde, acendia uma luz vermelha sem se iniciar a contagem do tempo. Para

corrigir esta sequência, o módulo foi enviado para a empresa fornecedora, tendo regressado ainda com algumas imperfeições, fazendo com que a interacção com o módulo não seja muito intuitiva. Para auxiliar o visitante na interacção, foi elaborada uma legenda com o procedimento, passo a passo, chamando a atenção para os valores numéricos que aparecem, sugerindo o cálculo do *trabalho* realizado.

O nome do módulo, *Trabalhar para aquecer*, surge da apropriação do conceito físico *trabalho*, para realizar *calor*. Considerou-se esta uma forma lúdica de mostrar que o trabalho do visitante se pode transformar em algo tão diferente, como aquecer água.

ee) Foguetão de hidrogénio

Este módulo apresenta um exemplo da aplicação de energias alternativas não poluentes. Consiste na utilização de água como fonte de energia para o lançamento de um foguetão. O foguetão utiliza hidrogénio como combustível, obtido a partir da electrólise da água. Esta electrólise é efectuada em tempo real através da utilização de corrente eléctrica que decompõe quimicamente a água em hidrogénio e oxigénio gasosos. Estes dois gases são libertados nos respectivos eléctrodos e colectados numa câmara de combustão. Posteriormente a faísca de um vela de ignição



da a combustão. A instantânea reacção de combustão entre o hidrogénio e o oxigénio produz vapor de água. Este está sujeito a grande pressão e vai expandir-se escapando pelo tubo de ligação ao foguetão, provocando deste modo o seu lançamento. Na expansão do vapor de água, este arrefece, sendo possível

observar algumas gotas de água condensadas no interior da câmara de combustão.

O módulo foi adquirido na empresa holandesa *Bruns*, e apresenta uma legenda com a ordem da interacção que deve ser efectuada para lançar o foguetão. É feita ainda uma questão para relacionar a utilização do hidrogénio durante o lançamento de grandes foguetões.

ff) Tsunami

Este módulo pretende simular a dinâmica de um maremoto. É composto por um reservatório de vidro panorâmico, com alguma água, onde num extremo está um modelo de costa marítima e no extremo oposto existe uma alavanca. O modelo da costa marítima realça o perfil do fundo do mar.



O visitante para simular o maremoto tem de produzir uma onda. Para tal deve pressionar a alavanca num só movimento, observando a propagação da onda produzida na água.

A aquisição deste módulo foi feita na empresa alemã *Bruns*, sendo um módulo que literalmente preenche, de uma forma positiva, a segunda sala da exposição. Trata-se de um módulo elegante, cujo nome, *Tsunami*, serviu também para questionar o visitante sobre as origens desta palavra.

gg) Captar o vento

Este módulo apresenta um exemplo da aplicação de energias alternativas não poluentes. Consiste na utilização de vento como fonte de energia para produção de movimento. O módulo ilustra os princípios básicos de aerodinâmica. Este consiste numa ventoinha fixa que simula o vento na natureza (emissor de vento), num suporte para colocar três tipos diferentes de ventoinhas (receptor de vento) e num painel de LED's (indicador do número de rotações por minuto das ventoinhas - receptor). As três ventoinhas diferem no número de pás. O visitante após seleccionar a ventoinha que pretende experimentar, coloca-a no receptor de vento e verifica qual a sua eficiência, podendo comparar com as outras duas ventoinhas. A diferença obtida na velocidade de rotação das ventoinhas resulta da maior ou menor área de contacto entre as pás e o vento. Ou seja, neste módulo a velocidade de rotação aumenta com o número de pás das ventoinhas.



O nome, *Captar o vento*, está relacionado com as várias utilizações dadas à energia do vento. Na legenda do módulo descreve-se como o visitante deve interagir com o módulo, e chama-se à atenção para as diferentes ventoinhas, e os diferentes rendimentos que obtêm. Pretende-se ainda sensibilizar o visitante para a importância da utilização das energias alternativas e não poluentes.

hh) Rodas dentadas

Neste módulo dois visitantes podem participar num desafio que consiste numa corrida entre duas personagens: um tigre e um coelho. O módulo ilustra alguns dos princípios de mecânica associados às rodas dentadas. Num sistema

vertical, o visitante pode associar de diferentes modos várias rodas dentadas com diferentes diâmetros. A combinação escolhida irá condicionar a vitória ao desafio.

Ao colocarmos duas rodas dentadas em contacto, de modo a criar uma engrenagem é possível verificar a transmissão da velocidade de rotação entre elas. A velocidade de rotação final da personagem depende do diâmetro das rodas dentadas utilizadas. Se pretendermos aumentar a velocidade de rotação de uma personagem devemos utilizar rodas de diâmetro inferior ao da roda de engrenagem inicial.

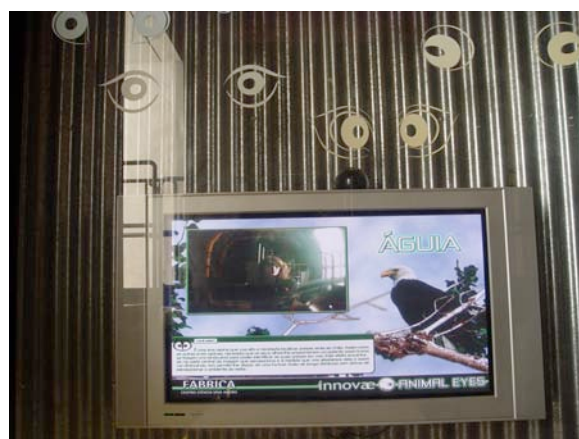
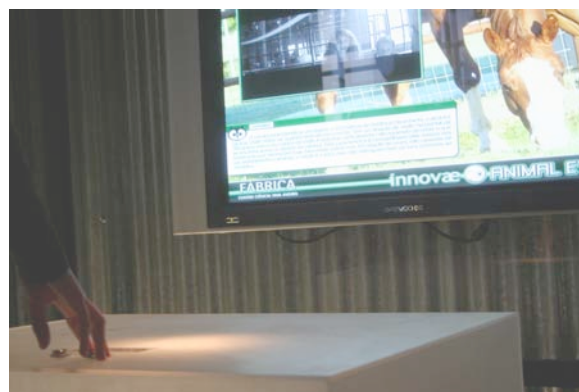


O módulo foi adquirido à empresa alemã *Bruns*, e apresenta dois sistemas independentes para ser interagido por dois visitantes em simultâneo. O nome rodas dentadas resulta simplesmente do nome do mecanismo utilizado nesta interacção, sendo a legenda apresentada sob a forma de um desafio, devendo o visitante comparar este mecanismo com as mudanças das bicicletas de montanha.

ii) Vê como eles te vêem

Este módulo pretende simular a visão de diversos animais, ilustrando alguns fundamentos de óptica geométrica. É composto por uma câmara de vídeo, que capta a imagem do visitante e a apresenta num ecrã LCD. No entanto, essa imagem é processada computacionalmente, de modo a simular a imagem percebida por um determinado animal. O visitante deve carregar num botão para seleccionar um animal e verificar como este vê. Pretende-se que o visitante compare e analise as diferentes percepções do mesmo objecto que diferentes animais possuem.

O módulo foi reutilizado de um exposição anteriormente presente no Centro de Ciência, nomeadamente, “Fotógrafos da Vida Selvagem”, tendo sido adquirido à empresa espanhola *Innovae Vision*. Para acompanhar o módulo foi criado um cenário relativo à visão de diferentes animais através de diferentes pares de olhos. Uma vez que existem animais sensíveis a diferentes comprimentos de onda, estes pares de olhos foram recortados em película fotossensível e dispostos junto a uma lâmpada ultravioleta. O módulo não é acompanhado por legenda, no entanto o seu nome foi estrategicamente criado para dar a entender o que nele se pode observar.



jj) Com peso e medida

Este módulo corresponde ao final da exposição e pretende transportar o visitante para a saída da mesma. O processo utilizado é tipicamente fabril. Após o visitante subir para o módulo, será emitida uma etiqueta com a sua massa. Posteriormente, o visitante será encaminhado para uma passadeira rolante que o transportará até à saída. Tal sucede como se de um saco de cereais se tratasse. Este módulo, apresenta uma forma lúdica de finalizar a exposição, permitindo desfrutar de uma vista



panorâmica sobre a mesma.

O equipamento que constitui este módulo foi adquirido em conjunto com a *Passadeira do saber*, explorando, uma vez mais, o aspecto fabril que esta exposição pretende transmitir. Inicialmente pretendia-se instalar uma balança que determinasse a massa de uma turma, no contexto escolar, ou de uma família. No entanto a sua instalação foi condicionada ao espaço existente, acabando por se optar por uma balança de um metro quadrado.

5. Instrumentos de apoio à exposição Mãos na Massa

As exposições interactivas proporcionam um acolhimento atractivo, não formal, confortável e de fácil percepção. No entanto, tal como afirma *Caulton* (1998), é necessário que ofereçam tanto entretenimento como uma vertente mais educacional, para que, em função dos interesses do visitante, exista uma natural contextualização.

No final de uma visita a um centro interactivo de ciência surge frequentemente a vontade de repetir as actividades ou experimentar novamente os fenómenos científicos aí reproduzidos. Uma das formas de concretização desta situação pode ser através da aplicação desses fenómenos que o visitante experimentou no centro interactivo, utilizando materiais do quotidiano. Pensando numa nova experimentação desses fenómenos, foram seleccionadas um conjunto de actividades complementares com conteúdos científicos inspiradas em cada um dos módulos interactivos da exposição *Mãos na Massa*. Assim o visitante pode realizar um conjunto de actividades complementares, tendo estas lugar no centro de ciência, na escola ou mesmo em casa, onde estará em contacto com os conteúdos científicos que observou e experimentou na exposição *Mãos na Massa*. Estas actividades permitem observar diferentes aplicações do mesmo fenómeno científico, esclarecer algumas dúvidas que possam ter surgido aquando da manipulação dos módulos interactivos ou simplesmente promover e estimular o interesse pela ciência. Estas actividades foram concentradas num caderno, com sugestões de materiais do quotidiano, indicações para a realização das

actividades, bem como a explicação dos fenómenos científicos abordados. Neste caderno foram também tidos em conta os visitantes que pretendem planear as suas visitas à exposição *Mãos na Massa*, nomeadamente o grupo docente e o público adulto que acompanha crianças nas visitas ao centro. Assim as actividades foram classificadas tendo em conta o público a que se destinam, nomeadamente para o primeiro ciclo, segundo ciclo, terceiro ciclo e ensino secundário. O *Museu de la Ciência em Madrid*, o *Ontario Science Center* em Toronto e o *Palais de Découverte* em Paris são apenas alguns exemplos de Centros de Ciência que criaram oficinas ou ateliers de ciência com actividades baseadas nos módulos interactivos das suas exposições permanentes.

5.1. Compilação dos pressupostos científicos dos módulos interactivos

As exposições dos centros interactivos de ciência favorecem a aprendizagem de conteúdos, contudo estas instituições também potenciam uma intervenção no domínio afectivo, isto é, fomentam o desenvolvimento de interesses que motivam uma aprendizagem posterior, tanto dentro como fora do contexto de sala de aula.

Tal como anteriormente referido, a exposição *Mãos na Massa* é composta por um conjunto de módulos interactivos que abrangem várias áreas da ciência. Neste plano o primeiro passo consistiu na sistematização dos módulos interactivos em função dos seus pressupostos científicos. Nomeadamente através da elaboração de uma grelha (anexo V), onde foi possível compreender os temas que se apresentavam transversais a vários módulos. Seleccionadas as áreas da ciência predominantes, foi possível realizar a pesquisa de actividades/experiências simples, cujos conteúdos fossem transversais aos dos módulos interactivos. Foram assim seleccionados três temas nucleares.

5.2. Caderno de actividades

O caderno de actividades pode ser considerado um forte complemento para a escola, através de uma aproximação aos programas curriculares, podendo-se, antes da visita, informar os docentes encarregues da visita, dos módulos interactivos da exposição e das actividades complementares a esta. Não se pretendia seleccionar actividades muito académicas, pois o objectivo não é o de substituir o papel da escola. Mas podem-se experimentar conceitos abordados na escola, de uma forma não formal.

Não há dúvida que uma visita de estudo constitui uma situação de aprendizagem que favorece a aquisição de conhecimentos, proporciona o desenvolvimento de técnicas de trabalho e facilita a sociabilidade.

Um dos objectivos das novas metodologias de ensino-aprendizagem é, precisamente, promover a interligação entre teoria e prática, a escola e a realidade. A visita de estudo é um dos meios mais utilizados pelos professores para atingir este objectivo, ao nível das disciplinas que leccionam. Daí que seja uma prática muito utilizada como complemento para os conhecimentos previstos nos conteúdos programáticos que assim se tornam mais significativos.

Apesar de preponderarem as visitas de carácter interdisciplinar, podem justificar-se visitas especializadas. Este tipo de visita visa abordar um aspecto específico de um tema de uma disciplina, assumindo um carácter "monográfico".

O que distingue a visita de estudo de um passeio ou excursão é a sua integração no processo ensino-aprendizagem, bem como a sua planificação e preparação cuidada. Na preparação de uma visita, o primeiro momento será a definição dos objectivos. Se estes forem de carácter fundamentalmente cognitivo, dever-se-á ter em conta o momento do processo de aprendizagem considerado mais oportuno para a realizar. Muitas vezes a visita é utilizada como forma de motivar e sensibilizar os alunos para a abordagem de um tema, de uma questão. Pode ter como função concretizar e aplicar conhecimentos já adquiridos, culminando o estudo de um tema. Na maior parte das vezes tem por função a recolha de dados e informações que esclareçam e motivem um trabalho em

curso. Para além da aquisição de conhecimentos, as visitas de estudo possibilitam o desenvolvimento de várias competências e capacidades: a aquisição e aplicação de técnicas de pesquisa, recolha e tratamento de informação; o desenvolvimento de capacidades de observação e organização do trabalho, bem como a elaboração de sínteses e relatórios. Por outro lado, propiciam condições para o desenvolvimento do trabalho em equipa e da comunicabilidade.

Ao planificar a visita, os professores deverão, em conjunto, definir os objectivos de carácter geral e específico. O aluno assume um papel activo, tornando-a mais motivadora. Os professores são elementos disponíveis, a quem os alunos recorrem para tirar dúvidas e pedir esclarecimentos. Acompanhando os alunos, podem fornecer informações complementares e colocar questões que estimulem os alunos nas suas observações.

As sugestões de interacção propostas, devem ser seleccionadas pelos professores, a fim de se adequarem aos alunos e às matérias curriculares que se pretendem estimular/ensinar. Assim esta ferramenta é cedida ao professor, antes de chegar ao aluno, dependendo da natureza da interacção. No entanto terá de ser adaptada a cada grupo em particular.

5.2.1. Construção do caderno de actividades e contextos de aplicação

Foram desenvolvidos instrumentos didácticos com o objectivo de potenciar as “posteriores aprendizagens” já referidas. Foi elaborado um caderno de actividades, intitulado *Mãos no Laboratório*, que consiste num guia experimental e cujos pressupostos científicos estão intrinsecamente relacionados com cada módulo interactivo da exposição *Mãos na Massa*.

Tendo em conta o nome da exposição, *Mãos na Massa*, e o seu carácter experimental resultante da directa interacção do visitante com os módulos interactivos, foram criados nomes sugestivos para os três temas nucleares. Nomeadamente ao nível do magnetismo e da electrostática foi criado o título

“Atrair ou ser atraído”, ao nível da Mecânica surgiu o título “Gira que gira” por se encontrarem vários fenómenos associados à rotação dos corpos, e finalmente no seguimento das experiências apresentadas sobre óptica surgiu o nome “Ver com as pontas dos dedos”.

Deste caderno de actividades fazem parte um conjunto de experiências através das quais o visitante pode experimentar aspectos relacionados com a visão, cor, rotação, força ou electrostática.

Procedeu-se à pesquisa e selecção de actividades experimentais, que utilizassem recursos do quotidiano e que permitissem o contacto com conceitos e situações vividas durante a visita à exposição mas que ocorressem de um ponto de vista mais genérico. A abordagem efectuada ao caderno de actividades pode apresentar-se como uma sistematização a uma visita à exposição num contexto escolar, ou o aprofundar de um tema que de alguma maneira cativou mais o visitante, permitindo a interpretação de um fenómeno anteriormente “manipulado”, mas de outro ponto de vista. Pensando no adulto, o caderno de actividades pode também ser utilizado para uma contextualização prévia a alguns conteúdos da exposição. O adulto pode seleccionar as metodologias pretendidas em função do grupo de alunos e dos objectivos previstos. Assim um professor, por exemplo, pode planificar previamente a visita à exposição e explorar os conceitos em função dos interesses dos alunos.

A bibliografia consultada consistiu essencialmente em livros de actividades sobre ciência, observação das actividades utilizadas na Semana da Ciência e da Tecnologia de várias instituições, pesquisa em *sítes* específicos sobre experimentação de ciência, estudo de manuais de ciência já existentes no contexto dos museus e centros interactivos de ciência, e ainda análise de situações do quotidiano que se aproximassem dos fenómenos observados na exposição. O resultado final deste caderno de actividades pode ser consultado em anexo (**anexo VI**).

6. Conclusão e apreciação final

A tecnologia participa cada vez mais na nossa vida, e nesse sentido é impossível negar a importância que esta apresenta nos dias de hoje. O conhecimento que possuímos da ciência influencia as nossas atitudes e decisões diárias.

A ciência e os cientistas permanecem insistentemente na tentativa de interpretar o mundo em que vivemos. O contributo desta é assim de extrema importância para resolvermos vários problemas que nos afectam. No entanto a ciência encontra-se em constante renovação. O que hoje corresponde a tecnologia de ponta, amanhã pode já estar ultrapassado. Nesse sentido devemos preocupar-nos com a comunicação da ciência e relacioná-la sempre que possível com a nossa vida e o nosso bem estar.

O contributo das escolas para a comunicação da ciência é sem dúvida importante, no entanto torna-se insuficiente face à diversidade de interesses que actualmente dispomos. Existem outras instituições que se dedicam à comunicação da ciência mas de uma forma menos formal, tornando-se mais atractiva para a maioria dos públicos. Os Centros de Ciência, por exemplo, pretendem não só informar os cidadãos mas também expandir o seu espírito crítico, para que estejam mais aptos para tomar decisões ou julgar novas descobertas científicas.

A exposição interactiva *Mãos na Massa* é a exposição permanente do Centro de Ciência de Aveiro, e foi concebida com o objectivo de promover o interesse pelas ciências. A terminologia hands-on, minds-on, hearts-on, é frequentemente utilizada para caracterizar o que se pretende de uma exposição interactiva de ciência. Por um lado deve ser possível experimentar e explorar à exaustão as actividades de que se dispõe. Por outro lado, permite a aquisição de vários conteúdos relacionados com diversas áreas. É ainda fundamental ter em conta que só conseguimos que o visitante explore e aprenda se sentir um estímulo emocional, uma ligação sentimental com o que está a fazer, nesse sentido é necessário abrir espaço para a existência de uma sintonia entre o visitante e os objectos que experimenta.

Os aspectos tidos em conta para a elaboração desta exposição foram extremamente importantes para o seu bom funcionamento. Os nomes seleccionados, as legendas curtas, as imagens intuitivas, as cores fortes, e de uma maneira geral, todo o design seleccionado, tem tido, até ao momento, uma resposta positiva de quem visita esta exposição.

A *Mãos na Massa* é uma exposição aberta, pois não depende de uma sequência para a sua compreensão, possuindo alguns módulos que podem funcionar de forma temática, ou seja, podem ser actualizados sempre que assim se desejar em dias ou semanas comemorativas.

A exposição *Mãos na Massa* foi inaugurada a 22 de Novembro de 2007 e em dois anos estima-se que tenha recebido aproximadamente trinta e um mil visitantes, tendo em conta os cinquenta e um mil que visitaram o Centro durante este período. Trata-se de uma exposição permanente e nesse sentido a manutenção é uma constante. Nesse sentido este trabalho apresenta-se também como um *manual de instruções* útil para a compreensão de toda a exposição. Todos os módulos interactivos, a sua localização na exposição, todos os fornecedores, materiais, problemas detectados, entre muitos outros aspectos, podem ser consultados neste trabalho.

A elaboração de uma ferramenta de apoio à exposição foi um tópicos de grande relevância neste trabalho. O caderno de actividades relacionadas com os

fenómenos experimentados na exposição *Mãos na Massa* estará brevemente disponível na página de internet da *Fábrica*, podendo ser experimentado por diversos públicos.

Uma vez encontradas as experiências a constarem no caderno de actividades, deve avançar-se para um conjunto de testes na *Fábrica*, com o objectivo de comprovar a eficiência das mesmas junto de diversos públicos.

Espera-se, de uma maneira geral, que esta exposição a longo prazo permita alterar as mentalidades, abrir novos horizontes e promover o espírito crítico entre os que a visitam.

Fazemos parte de um grupo, de uma cultura. Se possuímos um conhecimento mais profundo do nosso mundo, viveremos certamente um futuro mais consciente.

7. Referências Bibliográficas

Albagli, S. (1996), *Divulgação científica: informação científica para a cidadania?*, Ci. Inf., Brasília, volume 25, nº 3, pp. 396 - 404.

Bell, L. (2008). *Engaging the public in technology policy, A new role for science museums*, Science Communication, An interdisciplinary social science journal, Volume 29, nº 3, California, Sage

Bruman, Raymond (1991). *Exploratorium Cookbook I: A Construction Manual for Exploratorium Exhibits*, Exploratorium Store

Cachapuz, A. Et al. (2005), *A necessária renovação do ensino das ciências*, Cortez Editora, São Paulo

Caulton, T. et al. (1996), *Exploring Science in museums, New Research in Museum Studies: An International Series*, edited by: Susan Pearce

Caulton, T. (1998), *Hands-on Exhibitions, managing interactive museums and Science Centres*

Conferência mundial sobre ciência (CMSC), *Ciência para o século XXI, Um novo compromisso*, Budapeste, Comissão Nacional da UNESCO, 1999

Constantin, Ana, *Museus interactivos de ciências: espaços complementares de educação?*, Interciencia, Venezuela, Maio 2001, Vol. 26, nº 5, pp. 195-200

Costa, A. F. et al. (2005). *Cultura Científica e Movimento Social, Contributos para a análise do programa Ciência Viva*, Celta Editora, Oeiras

Coutinho-Silva, R., Persechini, P., Masuda, M., e Kutenbach, E., *Interacção Museu de Ciências-Universidade: Contribuições para o ensino não-formal das ciências*, Ciência e Cultura, volume 57, nº4, São Paulo, Outubro / Dezembro 2005

Dierking, L. D., Falk, J. H., Rennie, L., Anderson, D., e Ellenbogen, K. (2003). Policy statement of the “informal science education” Ad Hoc Committee. Journal of Research in Science Teaching. pp. 108 - 111

Durant, John et al. (1992), *Museums and the public understanding of science*, Copus, Science Museum in association with the Committee on the Public Understanding of Science

Falk, J. H., Dierking, L. (1992). *The museum experience*. Washinton, DC, Whalesbak Books

Falk, J. H., Storksdieck, M. (2005). *Using the Contextual Model of Learning to understand visitor learning from a science center exhibition*. Science Education, 89(5), pp. 744 - 778

Fiolhais, Carlos, *“A coisa mais preciosa que temos”*, Gradiva, 2002, Lisboa.

Gago, Mariano, *“Manifesto para a ciência em Portugal”*, Gradiva, 1990, Lisboa.

Gammon, Ben (1999), *Everything we currently know about making visitor-friendly mechanical interactive exhibits*, Informal Learning, nº 39, Novembro 1999

Greco, P. (2007), *Science museums in a knowledge-based society*, Journal of science communication, International school for advanced studies

Gibson, Gary, “*Brincar com ímanes – Ciência divertida*”, Editores e distribuidores Lda, 2001, Portugal

Gold, Carol, “*Viagem pela ciência, Um livro de experiências*”, Centro de Ciência de Ontário, Gradiva Júnior, Lisboa, 2007

Hernández, F. H. (1998), *El museo como espacio de comunicación*, Gijón: (Asturias), Ed. Trea. Pp. 197-199

Martinho, M., *Impacto dos centros interactivos de ciência segundo o género do visitante*, Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro, 2007

Martins, I. P., Alcântara, F. (2000). *Intercompreensão na Educação formal e não-formal em Ciências – O desafio actual*. Revista de Didáctica das Línguas. nº 8. pp 10-22

Ministério da Educação, (coordenação de António Veríssimo, Arminda Pedrosa e Rui Ribeiro), *Ensino Experimental das Ciências, (Re)pensar o ensino das ciências*, Departamento do Ensino Secundário, Lisboa, 2001

Nos, Oriol, “*Física e água – Pequeno engenheiro*”, Plátano Editora, Lisboa, 2004

Nos, Oriol, “*Transportes e comunicação – Pequeno engenheiro*”, Plátano Editora, Lisboa, 2004

Páramo, E. (2005). *Serían los museos interactivos muy diferentes si partieran de una gran colección?* Hacer que los objetos hablen, Quark, nº 35.

Rennie, L. et al. (1999), *Science centres and science learning*, Communicating science, Contexts and channels, Routledge, The open University, pp. 62-87

Richards J., “*Luz e Visão*” – Oficina da Ciência, Edições Sururu, 1999, Reino Unido.

Rodriguez, Alicia, “*Imagem e som – Pequeno engenheiro*”, Plátano Editora, Lisboa, 2004

Rodriguez, Alicia, “*Máquinas e ferramentas – Pequeno engenheiro*”, Plátano Editora, Lisboa, 2004

Semper, R (1990). *Science Museums as environments for learning*, Physics Today, Vol. 43, nº 11, American Institute of Physics

Stannard, Russell, *Os Gatos de laboratório e a electricidade*, Noções elementares de ciência para jovens, Circulo de leitores, 2001, Marshall Editions Developments

Trincão, P. (2007). *Exposições, Uma ideia não se guarda numa vitrina*, Colecções Públicos, nº3, Setepés, Porto

VanCleave Janice, *Física para Jovens*, Publicações Dom Quixote, Lisboa, 1993

Valente M., Cazelli S., Alves F. (2002), *Museus, ciência e educação: novos desafios*, Casa de Oswaldo Cruz, História, Ciências, Saúde

Wagensberg, J., *Basic principles of modern scientific museology*, ICOM News, 2001

West, R. (2007). *Intriguing museum initiatives*, Informal Learning, nº 82, Informal learning experiences, Inc.

Xanthoudaki, M. et al. (2007), *Museums for science education: can we make the difference? The case of the EST*, Journal of science communication, International school for advanced studies

[1]

<http://www.comunicar-ciencia.org/website/index.php> acedido em: 25 de Janeiro de 2008

[2]

<http://www.cnam.eu/> acedido em: 7 de Março de 2008

[3]

<http://www.exploratorium.edu/books/bernoulli/> acedido em: 7 de Março de 2008

[4]

<http://www.cienciaviva.pt> acedido em: 9 de Setembro de 2008

8. Anexos

Anexo I

Conteúdos para *Quiosque*

Conteúdos para quiosque

1. A matemática abre portas

Para a abertura do portão que dá acesso à exposição Mãos na Massa, propomos um desafio onde é necessário interpretar e resolver um problema matemático. São apresentadas questões para os diversos níveis etários e várias respostas de escolha múltipla, devendo estas ser seleccionadas num período inferior a 2 minutos através de um monitor de computador sensível ao toque. Se as respostas ao desafio estiverem correctas, o sistema de abertura do portão é accionado, sendo que *a matemática abre mesmo portas!* Se o



raciocínio matemático falhar, a porta pode ser aberta manualmente através de um leme de um antigo navio. Esta interacção provém de um projecto do departamento de matemática da Universidade de Aveiro, o PMatE, que consiste numa *Plataforma de Ensino Assistido por Computador*, disponível na Internet.

2. O Monstro da Matemática

O “*Monstro da Matemática*” consiste num jogo (tipo *tetris*), onde o visitante deve responder a um conjunto de questões de raciocínio matemático. Para interagir, o visitante deve movimentar-se em frente a uma tela de projecção, numa área



predefinida, com o objectivo de deslocar a imagem de um “monstro” para próximo das respostas às várias questões apresentadas. O visitante necessita executar o cálculo mentalmente para encontrar o resultado correcto o mais rápido possível. Quanto maior o número de jogadas correctas maior o número de pontos conseguidos para atingir um bom resultado. No início do jogo é possível seleccionar o nível adequado à idade. No primeiro nível são avaliados conhecimentos associados a operações com tabuada e no segundo nível são avaliados conhecimentos sobre cálculo trigonométrico e inequações. Esta

interacção computacional foi concebida pela empresa Ydreams em parceria com a Fábrica, Centro Ciência Viva de Aveiro.

Vais certamente compreender que a *matemática não é um monstro!*

3. Passadeira do saber

A “*Passadeira do saber*” pretende sensibilizar o visitante para a ciência e tecnologia associada a um conjunto de objectos que ocorrem no seu dia-a-dia, estando portanto mais direccionado para um público jovem/adulto. Nesta interacção os objectos circulam ininterruptamente numa



passadeira transportadora, como numa linha de montagem de uma fábrica, podendo o visitante interagir com os mesmos utilizando um leitor de código de barras e lendo o código de barras que está associado a cada objecto. Desta forma é possível obter num ecrã uma sequência de imagens que dão informação acerca do objecto. Esta informação retrata aplicações tecnológicas desses objectos e temáticas científicas relacionadas, nomeadamente luz, radiação, tipos de energia, reciclagem, genética, unidades celulares, circuitos eléctricos, entre muitos outros.

Para os visitantes mais interessados, existe a possibilidade de receber por e-mail informação mais detalhada sobre as temáticas inerentes a cada objecto. Para tal o visitante deve, junto da passadeira, ler o código de barras do bilhete que adquiriu para entrar na exposição, e posteriormente ler o código de barras dos objectos que circulam na passadeira. Posteriormente deve interagir com o bilhete no quiosque, onde deve deixar os seus dados pessoais, com o objectivo de receber uma informação adicional sobre os objectos que seleccionou.

Célula fotovoltaica

www.troquedeenergia.com/Produtos/LogosDocumentos/SolarFotovoltaico.pdf

<http://www.aondevamos.eng.br/textos/texto02.htm>

<http://www.abcdenergia.com/enervivas/cap09.htm>

Calcite/modelo molecular

<http://library.thinkquest.org/05aug/00461/calcite.htm>

<http://www.galleries.com/minerals/carbonat/calcite/calcite.htm>

Bússola Giroscópica

<http://science.howstuffworks.com/compass.htm>

<http://www.lifecooler.com/edicoes/lifecooler/desenvArtigo.asp?art=730&rev=2&it=&catbanner=33>

Análise do módulo interactivo “*Giroscópio Humano*”

Lâmpada

<http://www.thomasedison.com/>

http://nautilus.fis.uc.pt/wwwfi/hipertextos/espectro/hiper_espectro.html

<http://ilusaodeotica.com/>

Telefone

<http://www.historiadetudo.com/telefone.html>

<http://www.fpc.pt/FPCWeb/museu/homepage.do2>

Interruptor

<http://www.fazfacil.com.br/Eletricidade6.htm>

<http://casa.hsw.uol.com.br/como-fazer-reparos-eletricos-em-casa4.htm>

http://www.mocho.pt/Ciencias/Fisica/simulacoes/corrente_electrica/

<http://www.univ-ab.pt/formacao/sehit/curso/riscos/uni1/corrente.html>

Coração

<http://cardiologia.browser.pt/PrimeiraPagina.aspx>

http://www.kidshealth.org/kid/body/heart_noSW.html

Ossos do pé

<http://pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9>

<http://www.omundodacorrida.com/anatomiadope.htm>

<http://www.manualmerck.net/?url=/artigos/%3Fid%3D82%26cn%3D797>

Radiografia

www.geocities.com/capecanaveral/7754/raio-x.htm

www.windows.ucar.edu/tour/link=/physical_science/magnetism/em_xray.html

http://nautilus.fis.uc.pt/wwwfi/hipertextos/espectro/hiper_espectro.html

Óculos de Sol

<http://www.magnivisao.pt/optica/uv.html>

<http://web.rcts.pt/~pr1085/Radiacao/Ulrv.htm>

http://nautilus.fis.uc.pt/wwwfi/hipertextos/espectro/hiper_espectro.html

Análise dos óculos dos filmes a 3 dimensões da Fábrica

Maçã

<http://cftc.cii.fc.ul.pt/PRISMA/capitulos/capitulo1/modulo5/topico6.php>

<http://www.ajc.pt/ciencia/n16/estorias2.php3>

<http://www.esa.int/esaCP/index.html>

Microscópio

http://www.yesmag.ca/how_work/microscope.html

<http://www.microscope-microscope.org/basic/microscope-history.htm>

Monstro da matemática

<http://educar.sc.usp.br/matematica/m3l2.htm>

http://www.cepa.if.usp.br/e-calculo/historia/historia_trigonometria.htm

Análise da projecção interactiva “O Monstro da Matemática”

Lata de ervilhas

www.mendel-museum.org

www.bionetonline.org

Ovo de avestruz

<http://ciencia.hsw.uol.com.br/celulas.htm>

http://cientic.com/tema_celula.html

www.life.uiuc.edu/plantbio/cell/

Anel

www.biorede.pt/

Cabeça

<http://www.igc.gulbenkian.pt/sites/soliveira/cerebroestruturairrigacao.html>

http://www.webciencia.com/11_04cerebro.htm

Voltímetro

www.cefetba.br/fisica/NFL/fge3/medeletr/Introduction_por.html

<http://jersey.uoregon.edu/vlab/Voltage/index.html>

Ouriço-do-mar

www.biorede.pt/Natural/

Pilha

http://cienciaemcasa.cienciaviva.pt/pilha_limao.html

<http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/ram-r73.htm>

4. Pintura magnética

A “*Pintura magnética*” é uma experiência lúdica, baseada em fenómenos associados a ímanes, onde o principal objectivo consiste em movimentar limalha de ferro com um íman.

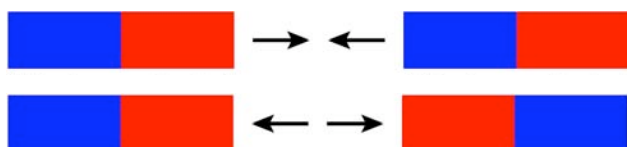
Nesta interacção existem pequenos pedaços de ferro (limalha de ferro) sobre

uma figura. Com base nas propriedades magnéticas e utilizando ímanes como



“pincéis” é possível “pintar” sobre a figura e modificar a aparência da ampulheta do coelho Ruben.

Um íman, ou magnete, é um material que possui dois pólos magnéticos – norte e sul. Os ímanes atraem-se mutuamente quando pólos opostos se aproximam, e repelam-se quando pólos iguais estão próximos. Certos materiais possuem a propriedade de serem atraídos por ímanes – materiais ferromagnéticos – como por exemplo o ferro.



Curiosidade:

A Terra possui um campo magnético devido às propriedades dos constituintes do seu núcleo. Logo a Terra é um íman gigante. Esta propriedade é fundamental para a orientação na navegação – bússolas.



5. Livro Falante

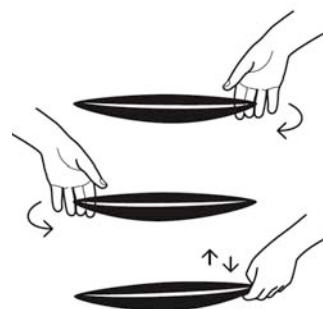
Este módulo consiste num livro falante que apresenta um conjunto de informação sobre tópicos relacionados com genética, hereditariedade e microbiologia. O visitante ao virar as páginas deste livro, vai poder observar diferentes imagens e diagramas, e simultaneamente ouvir uma explicação associada às páginas do livro que está a observar.



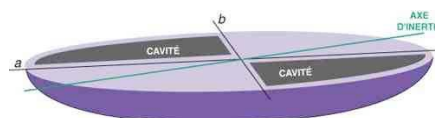
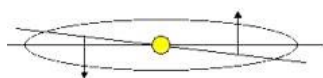
São apresentadas células de vários seres vivos e são comparadas as suas características. Para a compreensão das características genéticas de cada um de nós, são demonstradas algumas combinações possíveis que justificam a cor dos nossos olhos, cabelo ou pele.

6. Celtic Stone

O “*Celtic Stone*” consiste numa experiência, baseada em fenómenos associados ao movimento de rotação. Para interagir o visitante deve colocar o objecto em rotação nos dois sentidos alternadamente, e provocar uma oscilação vertical numa das extremidades do mesmo, tal como é apresentado nas três imagens da figura.



Trata-se de um objecto inspirado num artefacto Celta, encontrado há cerca de 100 anos, sendo inicialmente apelidado de “celtic stone”. Este objecto não possui uma distribuição de massa uniforme, o que origina uma rotação persistente apenas num sentido. Quando se provoca uma oscilação vertical numa das suas extremidades, observa-se que ele começa a rodar no sentido anti-horário, sendo este o seu sentido natural de rotação. Quando este objecto é forçado a rodar no sentido horário, é possível verificar que após alguns segundos, ele começa a oscilar, acabando por inverter o sentido da sua rotação. Este fenómeno ocorre porque existe uma distribuição de massa não uniforme ao longo do objecto. Assim, os eixos de simetria apresentam-se ligeiramente desviados do eixo principal de inércia do objecto o que lhe induz um sentido preferencial de rotação. Este objecto continua ainda hoje a ser estudado por cientistas, no entanto o intrigante fenómeno físico que a ele está associado pode ser experimentado por todos.

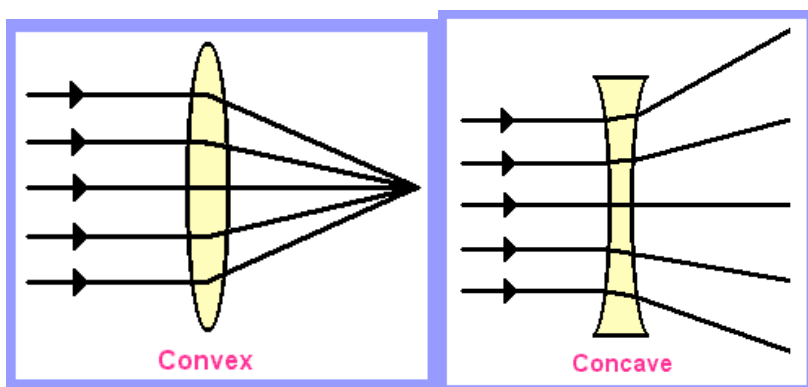


7. Ilha de luz

A “Ilha de Luz” consiste num conjunto de actividades baseadas na óptica geométrica e na cor. Neste módulo é possível experimentar diferentes componentes ópticos e analisar variados fenómenos luminosos, tais como: reflexão, refacção e dispersão da luz.

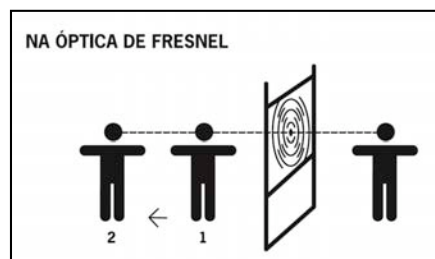
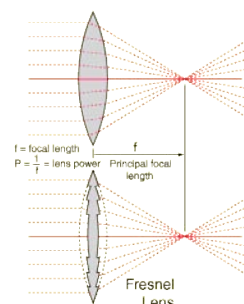


Manipulando os componentes ópticos é possível desviar os raios de luz de diferentes maneiras. É possível observar feixes de luz divergente ou convergente, verificar a reflexão da luz numa superfície plana transparente e decompor a luz branca nas várias cores que a compõem. Existem inúmeras aplicações de lentes no dia-a-dia, desde óculos graduados a todo o tipo de aparelhos e sistemas de visão: tais como, máquinas fotográficas, microscópios, telescópios, lupas e o olho humano, entre outros. Tendo em conta as inúmeras aplicações deste módulo no dia-a-dia, considera-se adequado para o público de todas as idades.



8. Na óptica de Fresnel

Este módulo é constituído por uma lente de Fresnel e pretende mostrar o poder amplificador deste tipo de lentes, bem como sugerir algumas das suas aplicações. Uma das interações possíveis está representada no desenho ao lado, e ilustra as posições que o visitante deve tomar, com o objectivo de observar a inversão da imagem da pessoa que está no lado oposto da lente.



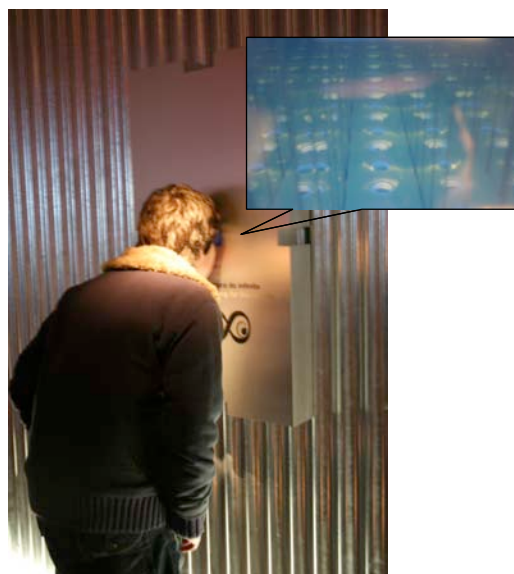
Agustin Fresnel, foi quem desenvolveu estes sistemas lenticulares, constituídos por prismas concêntricos, que permitiam focar e colimar a luz. Os raios luminosos ao passarem no conjunto de prismas são refractados em direcções bem definidas, convergindo para um mesmo ponto –



foco da lente. As lentes de Fresnel actuais são fabricadas em materiais plásticos e possuem finas ranhuras concêntricas, possuindo vantagens económicas relativamente às lentes tradicionais de vidro. Existem inúmeras aplicações de lentes de Fresnel no dia a dia, tais como faróis de carros, retroprojectores das escolas, sistemas de projecção de luz, lupas, entre outros. A primeira aplicação que popularizou as lentes de Fresnel foi ao nível da marinha, pois todos os faróis das zonas costeiras foram equipados com este tipo de lentes para produzir um feixe de luz de raios paralelos cujo alcance podia ser de vários quilómetros. O primeiro farol a receber uma lente de Fresnel foi o de Cordouan, França, em 1823.

9. À procura do infinito

Este módulo dá a conhecer uma visão mais artística da múltipla reflexão da luz. O visitante deve olhar pelo orifício indicado, e procurar a última imagem reflectida. O módulo possui um conjunto de espelhos planos colocados paralelamente e perpendicularmente entre si, de modo a criar uma caixa interior espelhada. No interior desta “caixa” existe uma fonte de luz. Esta ao incidir nas paredes espelhadas da estrutura é reflectida infinitamente, produzindo infinitas imagens. Este módulo é uma peça de arte, no entanto os fenómenos científicos a ele associados estão ao alcance de todos.

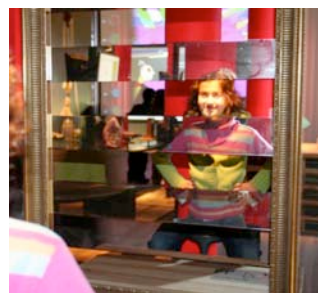


10. Espelho meu, espelho teu...

O módulo “Espelho meu, Espelho teu...” apresenta, de uma forma lúdica e divertida, alguns fenómenos de reflexão e percepção visual, bastando para tal que duas pessoas se sentem frente a frente, como a representação na figura. Existem várias tiras de espelhos planos, espaçadas entre si e



colocadas numa moldura, formando um espelho diferente. Este, apresenta zonas de reflexão e zonas de transparência. Ao olhar para o espelho, nas zonas reflectoras é possível observar fragmentos da nossa imagem, e nas zonas transparentes é possível observar fragmentos da pessoa que está sentada do outro lado do espelho. Assim, surge uma imagem confusa para quem se observa, pois possui características que não são suas. É uma simples questão de reflexão e percepção visual, acessível a todas as idades!



11. My Precious

Este módulo apresenta um anel metálico de elevada massa sobre uma superfície metálica côncava. Esta superfície é bastante polida o que faz com que exista pouco atrito entre ela e o anel, permitindo que o anel mantenha a rotação por um período mais longo. Quando o visitante coloca o anel na vertical e o faz girar, transfere-



lhe energia potencial e energia cinética de rotação. A energia potencial vai sendo transferida em energia cinética e o anel além de girar roda sobre a superfície. Dada a elevada massa do anel (inércia) e o atrito ser bastante pequeno, a dissipação de energia por fricção e vibração é lenta e a rotação dura um intervalo de tempo bastante grande. O equilíbrio do anel surge quando este possui movimento de rotação, devido à conservação do momento angular, ocorrendo um fenómeno idêntico ao de um peão.

Em casa podes também assistir a este fenómeno. Para isso utiliza moedas e coloca-as a girar sobre uma mesa lisa. Verifica como a frequência sonora associada à rotação da moeda aumenta à medida que diminui a sua inclinação. Experimenta com moedas de diferentes massas e diferentes diâmetros.

12. Areia dançante

Este módulo é constituído por uma placa de metal com areia e um arco de violino e pretende mostrar fenómenos baseados em ondas e acústica. A música geralmente está associada a instrumentos musicais onde são produzidas vibrações que são sentidas e ouvidas por todos nós. Esta actividade



permite visualizar essas vibrações, através de figuras de areia, que correspondem a diferentes sons, ou seja, correspondem a diferentes frequências de vibração. Quando o fio do arco desliza na placa vibrante que possui areia, coloca-a a vibrar com uma frequência bem definida. Esta vibração na placa produz um padrão estacionário,



que possui zonas de grande amplitude de vibração e zonas de mínima amplitude de vibração. Isto significa que na superfície da placa existem locais de oscilação e locais de repouso, produzindo um movimento dos grãos de areia para os locais de repouso da placa. Assim surge um padrão final de areia característico dessa vibração.

Em 1809, a Academia Francesa convidou Chladni para dar uma demonstração das suas experiências. Napoleão Bonaparte, que compareceu ao encontro, ficou muito impressionado com a beleza das figuras e anunciou atribuir um prémio de 3000 francos à primeira pessoa que apresentasse uma teoria matemática satisfatória sobre vibração de placas. Desde então estes padrões ficaram conhecidos por *figuras de Chladni*. A beleza dos padrões de areia, entusiasma a interacção de todos os visitantes.

Tenta produzir sons graves e agudos, e observa as diferenças entre os padrões obtidos. Repara que os sons mais graves originam padrões com manchas de areia mais afastadas e mais largas e os sons mais agudos originam padrões com manchas de areia mais próximas e mais finas.

13. Janela indiscreta

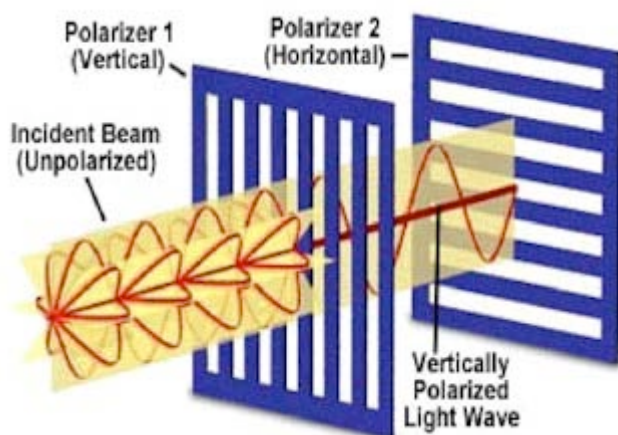
A “Janela indiscreta” apresenta-nos uma janela que ora é transparente ora é opaca. Este módulo funciona com base no fenómeno de polarização da luz. A luz corresponde a



ondas electromagnéticas que oscilam com diferentes orientações. A direcção da orientação da sua oscilação chama-se polarização. Quando a onda electromagnética possui uma direcção bem definida de oscilação, por exemplo vertical, diz-se que é uma onda polarizada linearmente (polarização vertical). Há materiais, chamados polarizadores, que só deixam passar a luz que esteja orientada segundo uma certa direcção.

A “Janela indiscreta” é constituída por um painel de cristais líquidos (LCD) que está entre dois filtros polarizadores. Quando este painel LCD é sujeito a uma diferença de potencial os seus cristais sofrem uma alteração de orientação produzindo alteração da polarização da luz que o atravessa. Quando a luz incide na janela, ao atravessar o primeiro polarizador, fica polarizada com certa orientação. A luz irá atravessar a janela se o segundo polarizador tiver orientação de polarização paralela a esta (janela transparente), se tiver orientação perpendicular a luz não o atravessa (janela opaca). A manipulação da polarização da luz entre os dois polarizadores é efectuada utilizando o painel LCD, através dos dois botões.

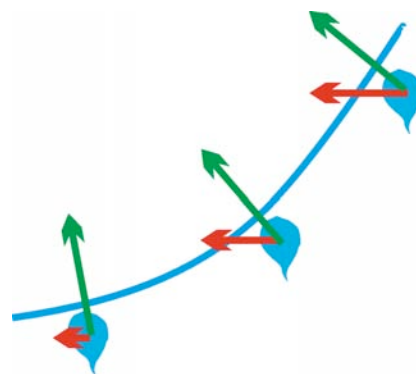
Os cristais líquidos em painéis de leitura apresentam muitas aplicações tais como: aparelhos electrónicos, calculadoras de bolso, relógios de pulso, ecrãs, entre outros. Alguns óculos de Sol possuem filtros polarizadores, para eliminar parte da luz solar reflectida, e alguns óculos utilizados para ver filmes a 3 dimensões utilizam também filtros polarizadores.



14. Esculturas líquidas

Este módulo consiste numa caixa estreita de acrílico que contém água corada. Esta caixa de acrílico é colocada a girar, sujeitando o líquido a um movimento de rotação em torno do seu eixo vertical. A superfície livre do líquido adquire a forma de uma parábola.

As gotas à superfície de um líquido em rotação sofrem a acção de forças que as empurram para o centro de rotação e impedem que se desloquem para fora – força centrípeta. Quanto maior for a velocidade de rotação, maior é a quantidade de líquido que se aproxima das paredes laterais.



As forças que mantêm a forma parabólica da superfície de um fluido em rotação resultam da pressão que as gotas à superfície exercem umas sobre as outras. Estas forças são sempre perpendiculares à superfície do fluido e têm a mesma intensidade.

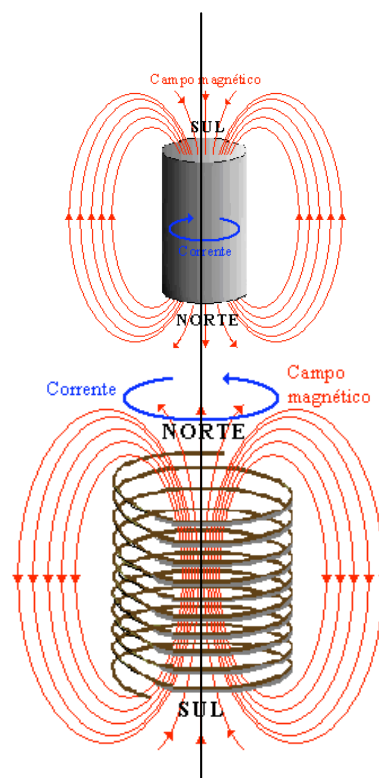
Este efeito é utilizado por exemplo nas máquinas de lavar roupa no programa de centrifugação!

15. Canhão electromagnético

Este módulo consiste numa experiência sobre electricidade e magnetismo. São apresentadas situações sobre campos magnéticos variáveis e corrente eléctrica induzida em diferentes materiais.

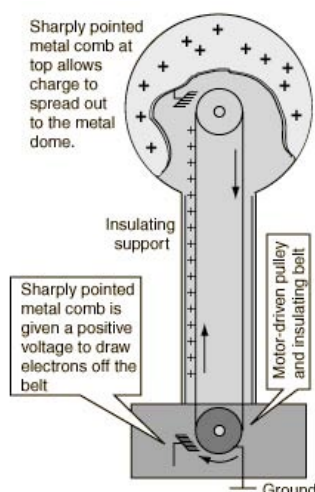


Quando carregamos nos vários botões, estamos a fazer passar corrente eléctrica alternada no **fio condutor em espiral** que constitui a **bobina**. Esta corrente eléctrica alternada gera um campo magnético variável. Como o projectil (tubo de cobre) está próximo deste campo magnético variável, é induzida no tubo de cobre uma corrente eléctrica de sinal contrário à anterior. Por sua vez, esta corrente eléctrica gera também um campo magnético, no tubo de cobre, que se opõe ao da bobina. Assim o tubo de cobre é repellido da bobina como se se tratassem de dois ímanes voltados com o mesmo pólo. A indução destes campos ocorre de forma instantânea, por isso vemos o tubo saltar! No caso do tubo de cobre rasgado (circuito aberto) não existe corrente eléctrica induzida, logo o tubo não salta. O projectil subirá mais alto quanto melhor condutor for o material e quanto maior for a bobine.



16. De pôr os cabelos em pé

Este módulo consiste num sistema electrostático que consegue gerar altas tensões (centenas de Volts). Este sistema possui um motor que faz mover uma correia. Esta é electrizada ao passar por um pente existente na parte inferior. A correia electrizada transfere a carga eléctrica para a campânula do gerador, a qual vai acumulando carga. Quando uma pessoa isolada coloca as duas



mãos sobre a campânula carregada, em geral os seus cabelos ficam em pé. Isto ocorre devido à transferência de carga eléctrica do gerador para a pessoa, a qual se irá acumular nos cabelos. Como a carga eléctrica nos cabelos possui o mesmo sinal, estes tendem a repelir-se, obrigando-os a ficarem em pé e afastados uns dos outros. Em 1929, Robert Van de Graaff desenvolveu este aparelho para produzir alta tensão, o qual ficou conhecido por gerador de Van de Graaff. O seu trabalho teve como base a electrostática e o conhecimento de que após fricção é possível electrizar alguns materiais.

17. Vê o que o espelho te diz

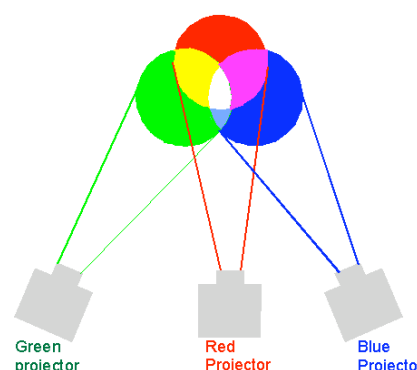
Este módulo apresenta três espelhos diferentes: um plano, um côncavo e um convexo. Neles é possível observar as leis da reflexão e as propriedades das imagens.

Quando a luz encontra uma superfície polida espelhada, sofre reflexão. A luz é reflectida num ângulo igual ao ângulo da luz incidente. Num espelho plano a imagem de um objecto é simétrica e idêntica a este. Nos espelhos curvos a imagem de um objecto apresenta propriedades diferentes e que variam da distância a que o objecto se encontra do espelho. Quando os raios de luz incidem num espelho côncavo, são reflectidos e convergem num ponto, o foco, formando uma imagem real. Quando os raios de luz incidem num espelho convexo, são reflectidos e divergem. Neste último caso, a imagem obtida pelos raios de luz divergentes é uma imagem virtual, pois é obtida no prolongamento desses raios de luz (atrás do espelho). Os espelhos curvos têm várias aplicações no nosso dia-a-dia. Espelhos de maquilhagem, de sinalização, de segurança, retrovisores, entre outros.

18. Pincel de luz

Este módulo é composto por uma tela onde é projectada uma interacção de luz e cor. A interacção funciona à distância e em tempo real, cujo objectivo é pintar a tela com luz de diferentes cores.

O visitante, direccionando a luz de uma lanterna para a tela, acciona um sistema sensível à luz, que vai comandar uma simulação computacional de pintura colorida. Para accionar diferentes cores, o visitante deve direccionar a luz da lanterna sobre a cor pretendida (palette do lado esquerdo da tela). O visitante pode assim pintar um quadro com várias luzes coloridas e utilizar outras funções, tais como apagar/alterar e definir textura.



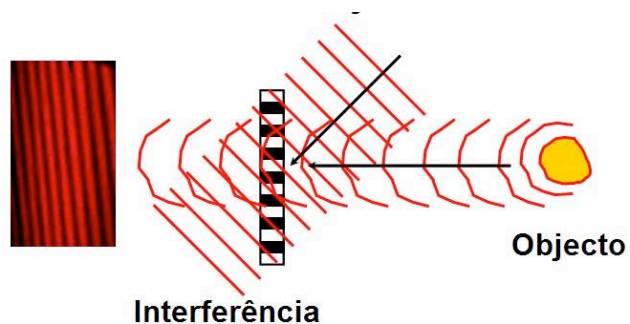
Pretende-se que o visitante compreenda que está a pintar com luz, por isso o resultado da mistura das cores (luminosas) é diferente da obtida se estivesse a pintar com tinta (pigmentos)! Neste módulo é possível explorar o sistema aditivo de cores. A partir da sobreposição de luz com cores primárias (vermelho, verde e azul) é possível obter as três cores secundárias (ciano, magenta e amarelo) ou o branco.

19. Holograma

Na moldura suspensa, é possível observar um fascinante holograma arco-íris. Para visualizar as várias perspectivas da imagem 3D que se encontra gravada no filme holográfico, o visitante deve movimentar-se ligeiramente quando posicionado em frente ao holograma.



Os hologramas são imagens a três dimensões registadas através de luz laser. Tal como na fotografia, a holografia é uma técnica de registo de informação em filme fotossensível. Enquanto a fotografia produz uma representação



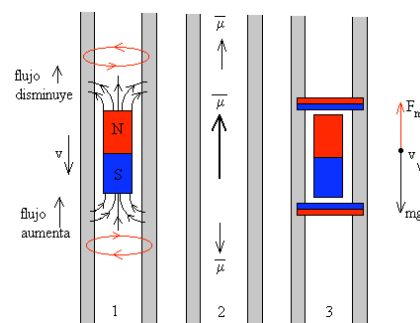
bidimensional do objecto, a holografia capta toda a informação acerca do objecto originando uma imagem idêntica ao objecto real, relevando tridimensionalidade e profundidade de campo.

A holografia consegue este registo total de informação utilizando o fenómeno de interferência. Um feixe de luz coerente possui informação acerca do objecto (feixe objecto) do qual está a ser difundido. Esta informação está associada à amplitude e à fase da onda. Utiliza-se um segundo feixe de luz coerente como referência. Os dois feixes incidem no filme fotossensível, ocorrendo assim a interferência entre eles.

As aplicações dos hologramas podem ser encontradas em áreas como a investigação científica, arte, marketing e publicidade, segurança e memórias de computador.

20. Travão magnético

O “Travão Magnético” consiste numa actividade sobre magnetismo. Este módulo possui dois tubos, um de acrílico e outro de cobre, pelos quais passa um imane. Um imane exerce uma força de acção à distância em alguns materiais. Este efeito pode ser atractivo ou repulsivo e deve-se ao campo magnético que possui. Neste módulo o visitante pode observar a interacção entre os ímanes e os materiais dos tubos. É fácil verificar que nenhum dos materiais é atraído pelo imane.



Quando se deixa cair o íman através do tubo de cobre, ocorre um fenómeno electromagnético, criando-se um campo magnético no próprio tubo que vai contrariar o campo magnético do ímane. Este fenómeno é idêntico a termos dois ímanes próximos com pólos iguais. O resultado é uma repulsão na descida que vai travar a queda do ímane, demorando este mais tempo em comparação com o tempo de queda do íman no tubo de acrílico, onde nada ocorre. Este efeito é aplicado em travões, por exemplo, nas bicicletas de ginástica.

21. Tubos de Newton

Este módulo permite analisar a queda de corpos de diferentes formas e pesos, no vácuo. Ao visitante são apresentados dois tubos de vidro, sendo que cada um contém uma pena e um pedaço de papel de alumínio. Os tubos devem ser invertidos, através de um volante, para se observar a queda dos corpos.

Todos os objectos à superfície da Terra são por ela atraídos. Esta atracção produz a mesma aceleração em todos os corpos (aceleração da gravidade). Em cada segundo, todos os corpos em queda livre aumentam a sua velocidade da mesma forma. Por isso, quando largados ao mesmo tempo, chegam ao chão também ao mesmo tempo!

Este fenómeno parece contradizer o que observamos no dia-a-dia. De facto, há sempre o ar que contraria o movimento dos corpos, fazendo com que os de menor peso e com formas menos aerodinâmicas cheguem ao chão mais tarde. Nesta experiência podemos ver que, no tubo sem ar, a pena e o pedaço de alumínio chegam à outra extremidade do tubo ao mesmo tempo – neste caso só sofrem a acção da força da gravidade. Assim, o visitante pode facilmente concluir que apesar de um objecto ser leve e outro pesado, eles “caem ao mesmo tempo”. No tubo com ar, a pena só demora mais tempo porque sofre maior resistência devido ao ar.

Esta experiência foi realizada na superfície da Lua pelo astrónomo Neil Armstrong em 1969 na primeira viagem do homem à Lua.

22. Bolas de sabão fantasma

Neste módulo é recriada uma das brincadeiras preferidas das crianças – bolas de sabão. A conjugação de uma tela de projecção com um sistema sensível à sombra, detecta os movimentos do visitante, reagindo à sua acção em tempo real.

O visitante deve manipular o dispositivo de bolas de sabão, para este produzir, em simultâneo, bolas reais e virtuais. Ao interagir com as bolas de sabão é necessário ser cauteloso e evitar movimentos bruscos, empurrando-as levemente para o ar. Movimentos mais fortes provocam o rebentamento prematuro das bolas quando estas contactam com a sombra.

Tal como as bolas de sabão real, as virtuais também são efémeras, pelo que, ao fim de algum tempo, vão rebentando, sozinhas, num espasmo de salpicos, desaparecendo da tela. Accionando novamente o dispositivo de bolas o ciclo recomeça.



23. Mecânica das roldanas

Neste módulo é apresentada uma maneira simples e eficiente para demonstrar as vantagens das roldanas. Apresentam-se seis roldanas, associadas duas a duas, possuindo diferentes factores de desmultiplicação. Cada par de roldanas está associada a um saco, tendo cada conjunto (saco mais roldana) a mesma massa para não influenciar a experiência. O visitante neste módulo tem como objectivo levantar o saco para cada uma das situações. Deste modo, é possível sentir a força necessária para tal e verificar que essa força é diferente para as várias roldanas.



Existem vários sistemas para elevar cargas, sendo as roldanas uma das mais utilizadas nos barcos de pesca. Uma roldana é uma roda que gira em torno de um eixo. Associando roldanas a cordas observa-se uma desmultiplicação das forças aplicadas. Se utilizarmos apenas uma roldana simples e fixa, a força por nós exercida corresponde à totalidade da carga a elevar. Adicionando uma roldana móvel a este conjunto, a força exercida é reduzida para metade. Se em vez de roldanas simples, utilizarmos roldanas de dois sulcos, a força exercida para elevar a mesma carga passa a ser quatro vezes inferior à inicial. Seguindo este raciocínio, se utilizarmos roldanas com três sulcos, a força exercida é seis vezes inferior à inicial, e assim sucessivamente.

Nos sacos apresentados neste módulo a massa total é de 30 kg. Assim para a primeira situação (duas roldanas simples), a força que o visitante exerce corresponde a um saco de 15 kg, na segunda situação (roldanas de dois sulcos), é como se o visitante elevasse um saco de 7,5 kg, na terceira situação (roldanas de três sulcos), o visitante exerce uma força correspondente a elevar um saco de 3,75 kg.

24. Conhecer os investigadores

Neste módulo o visitante pode conhecer trabalhos e resultados de investigação de docentes e investigadores da Universidade de Aveiro. Para tal foi seleccionado um espaço confinado na exposição, para simular o gabinete de um professor/investigador. Através de módulo



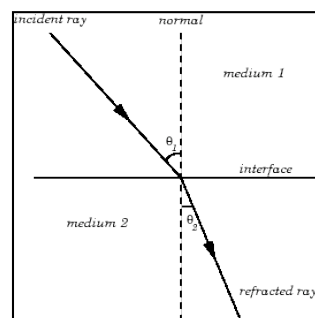
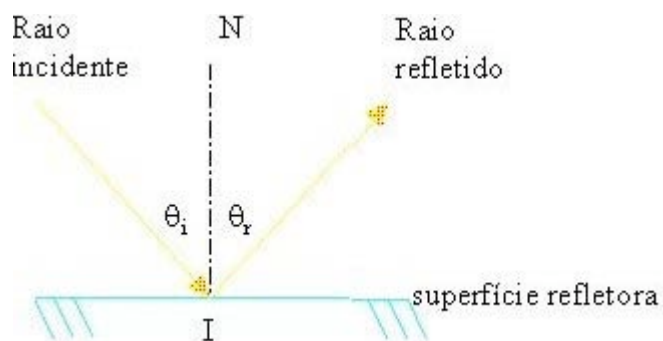
computacional, o visitante vai poder seleccionar um tema científico e um investigador, para conhecer os resultados dos trabalhos de uma investigação, ou conhecer o futuro de vários domínios da ciência. Este módulo apresenta imagens e vídeos que foram seleccionados a partir de um programa de televisão realizado pela Universidade de Aveiro, e que visa promover a investigação que se desenvolve na UA.

25. Labirinto Óptico

O “Labirinto Óptico” consiste numa actividade experimental, baseada em fenómenos da óptica geométrica. Este módulo possui três lasers verdes, bastante brilhantes, e um conjunto de componentes ópticos, tais como espelhos, lentes e prismas, instalados numa estrutura de parede. O visitante neste módulo tem como objectivo fazer a luz laser chegar a um dos três alvos do extremo oposto, formando um labirinto óptico. Para tal, o visitante deve orientar e direccionar a luz laser, manipulando os componentes ópticos e deste modo explorar as leis da óptica de reflexão e de refacção.

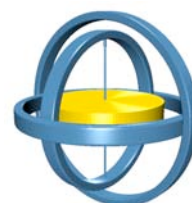
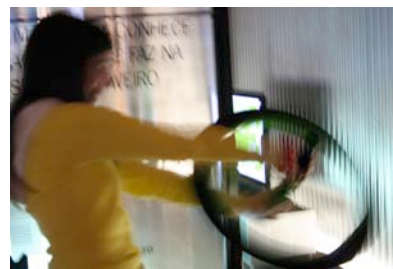


A luz ao incidir nos componentes ópticos sofre dois fenómenos de propagação: reflexão e refacção. Na reflexão a luz é reflectida na superfície do componente óptico mas permanece no mesmo meio de propagação, o ar. Enquanto que na refacção a luz entra dentro dos materiais transparentes, e como a velocidade da luz é diferente em diferentes meios ópticos, o raio de luz incidente sofre um desvio.



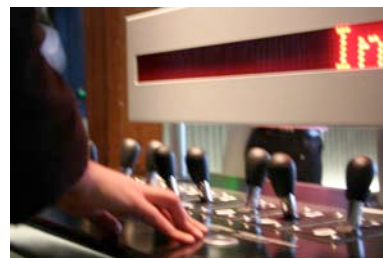
26. Giroscópio humano

O “Giroscópio Humano” consiste numa experiência baseada em fenómenos de rotação. O módulo consiste num banco com eixo rotativo, que foi modificado para reduzir o atrito durante a rotação, e numa roda de bicicleta à qual foi adicionada uniformemente uma determinada massa. O visitante deve sentar-se no banco e segurar a roda. Deve pedir a outra pessoa para colocar a roda em rotação. Quando alteramos o eixo de rotação da roda, inclinando-a, observamos uma alteração no estado de rotação do visitante. Isto ocorre para manter constante o *momento angular* do sistema. Quando o visitante altera o plano de rotação da roda, inclinando a roda para o lado oposto, altera o respectivo momento angular. Em consequência, e sem que para isso o visitante necessite de fazer qualquer esforço, o banco passa a rodar no sentido contrário, de modo a compensar a variação de momento angular provocada na roda.



27. Escrever com uns e zeros

Este módulo consiste na codificação de letras através do *código binário*. Esta tecnologia é actualmente utilizada pelos computadores. Ao visitante é apresentado um ecrã de LED's onde pode registar caracteres, e oito interruptores que permitem seleccionar o número *zero* ou *um*. Estes interruptores estão associados a um sistema de codificação, que identifica a letra ou caractere que se quer representar. Uma letra é construída através da combinação de oito caracteres binários (uns e zeros) com uma ordem específica. Assim o visitante pode formar uma palavra, ou construir uma frase. A este tipo de codificação dá-se o nome de *código binário*.



28. Quadro de Galton

Neste módulo o visitante experimenta o princípio da distribuição normal de Gauss. O jogo consiste num quadro vertical com alternadas filas de pinos, pequenas colunas verticais e um conjunto de esferas. Estas ao cair vão atravessar a região de pinos sofrendo desvios aleatórios até se fixarem numa determinada



posição (coluna vertical). O objectivo do jogo consiste em verificar o tipo de distribuição que ocorre às esferas. De modo a forçar a queda das esferas o visitante roda o quadro. Para observar a nova distribuição basta pressionar o botão de modo a libertar as esferas e voltar a rodar o quadro. Ao repetir o jogo diversas vezes é possível concluir que a distribuição obtida é sempre idêntica. Este módulo ilustra que a distribuição segue um certo padrão, conhecido por *distribuição normal* ou *distribuição de Gauss*: a probabilidade de uma esfera cair sucessivamente para a mesma posição é superior na região central. A importância de Gauss é reconhecida actualmente em diversas áreas do saber como a matemática, a física e a astronomia.

29. Era uma vez o Código Morse

Neste módulo o visitante irá participar num desafio, onde terá de enviar informação através de um código composto por *pontos* e *traços*. Para representar um *ponto* o visitante deve carregar num botão de forma rápida, para representar um *traço* deve carregar no mesmo botão durante um intervalo de tempo mais longo. As diferentes combinações de *pontos* e *traços* irão corresponder a diferentes letras. Num ecrã surgem as letras que se pretendem codificar, bem como os



respectivos *pontos* e *traços* correspondentes. O desafio será comunicar informação com o máximo de rapidez possível. Este desafio vai sendo dificultado com a diminuição do tempo disponível para codificar as letras. Sempre que o visitante carrega no botão, surge um sinal sonoro em simultâneo com um sinal luminoso, de modo a facilitar a identificação do *ponto* ou do *traço* que se representa.

O código Morse é uma técnica utilizado para transmitir informação. Esta transmissão é efectuada através de um telégrafo eléctrico, dispositivo que utiliza correntes eléctricas para controlar electroímãs, na emissão ou recepção de sinais. O código morse foi originalmente criado pelo Norte-americano Samuel Morse em 1835.

30. Trabalhar para aquecer

Neste módulo podemos observar diferentes transformações de energia e verificar como se pode produzir energia eléctrica através de energia mecânica e a partir desta obter energia térmica. O objectivo deste módulo é verificar qual a quantidade de energia necessária para fazer água entrar em ebulição.



Existem inúmeras maneiras para aquecer água. Neste módulo será energia do próprio visitante utilizada para tal. O visitante vai ter de *dar à manivela*, com o objectivo de produzir uma corrente eléctrica. Esta corrente eléctrica irá percorrer uma resistência, que se encontra mergulhada em água. Esta resistência vai produzindo calor e ao fim de um certo intervalo de tempo a água aquece até à ebulição. Para rentabilizar o processo pode formar-se uma equipa de dois visitantes, e deste modo obter melhores resultados mais rapidamente.

31. Foguetão de hidrogénio

Este módulo apresenta um exemplo da aplicação de energias alternativas não poluentes. Consiste na utilização de água como fonte de energia para o lançamento de um foguetão. O foguetão utiliza hidrogénio como combustível, obtido a partir da electrólise da água. Esta electrólise é efectuada em tempo real através da utilização de corrente eléctrica que decompõe quimicamente a água em hidrogénio e oxigénio gasosos. Estes dois gases são libertados nos respectivos eléctrodos e colectados em dois tubos de vidro. Cada tubo está ligado à câmara de combustão, através de válvulas. A abertura destas duas válvulas permite que o oxigénio e o hidrogénio se misturem na câmara de combustão. Imediatamente sobre a saída da câmara de combustão está posicionado o foguetão. Quando a faísca da vela de ignição da câmara de combustão surge, activa a combustão, do mesmo modo que é feita a ignição do motor de um carro. A instantânea reacção de combustão entre o hidrogénio e o oxigénio produz vapor de água. Este está sujeito a grande pressão e vai expandir-se escapando pelo tubo de ligação ao foguetão, provocando deste modo o seu lançamento. Na expansão do vapor de água, este arrefece, sendo possível observar algumas gotas de água condensadas no interior da câmara de combustão.



Para iniciar toda esta sequência o visitante deve simplesmente carregar num botão. O hidrogénio é um dos combustíveis mais utilizados na indústria aeroespacial.

32. Tsunami

Este módulo pretende simular a dinâmica de um maremoto. É composto por um reservatório de vidro panorâmico, com alguma água, onde num extremo está um



modelo de costa marítima e no extremo oposto existe uma alavanca. O modelo da costa marítima realça o perfil do fundo do mar.

O visitante para simular o maremoto tem de produzir uma onda. Para tal deve pressionar a alavanca num só movimento, observando a propagação da onda produzida na água.

Os tsunamis podem ser gerados sempre que o fundo do mar sofre uma deformação súbita, deslocando verticalmente uma grande massa de água. * Este fenómeno natural pode causar grandes devastações nas zonas costeiras. Como tal, é importante compreender mais sobre as suas origens e saber identificar indícios, de modo a preparar evacuações.

Existem acontecimentos que antecedem um tsunami, tais como: na praia é possível observar uma notável subida e descida da água do mar, a linha de praia pode recuar algumas centenas de metros caso seja a base da onda a chegar primeiro à praia. Os tsunamis surgem normalmente como uma série de inundações de água rápidas e fortes acompanhadas de ondas gigantes altamente destrutivas.

33. Captar o vento

Este módulo apresenta um exemplo da aplicação de energias alternativas não poluentes. Consiste na utilização de vento como fonte de energia para produção de movimento. O módulo ilustra os princípios básicos de aerodinâmica. Este consiste numa ventoinha fixa que simula o vento na natureza (emissor de vento), num suporte para colocar três tipos diferentes de ventoinhas (receptor de vento) e num painel de LED's (indicador do número de rotações por minuto das ventoinhas - receptor). As três ventoinhas diferem no número de pás. O visitante após seleccionar a ventoinha que pretende experimentar, coloca-a no receptor de vento e verifica qual a sua eficiência, podendo comparar com as outras duas ventoinhas. A diferença obtida na velocidade de rotação das ventoinhas resulta da maior ou menor área de



contacto entre as pás e o vento. Ou seja, neste módulo a velocidade de rotação aumenta com o número de pás das ventoinhas.

O movimento do vento sempre foi utilizado pelo homem para diversas aplicações tecnológicas. Como exemplo temos os moinhos, onde essa energia era utilizada para fazer funcionar a engrenagem dos mesmos e realizar trabalho, ou nos barcos à vela, onde a energia é utilizada para criar movimento. Estas aplicações clássicas correspondem apenas a transferências de energia (mecânica).

Actualmente produz-se uma elevada quantidade de energia eléctrica através do movimento do vento – energia eólica. Este tipo de transformações de energia, é conseguido através da utilização de aerogeradores. Estes consistem em torres com grandes turbinas colocadas em lugares de muito vento. As pás utilizadas nestes aerogeradores têm um formato estratégico, para um melhor rendimento no que se refere ao aproveitamento energético. A energia eólica é hoje considerada uma das mais promissoras fontes naturais de energia renovável e não poluente.

34. Rodas dentadas

Neste módulo dois visitantes podem participar num desafio que consiste numa corrida entre duas personagens: um tigre e um coelho. O módulo ilustra alguns dos princípios de mecânica associados às rodas dentadas. Num sistema vertical, o visitante pode associar de diferentes modos várias rodas dentadas com diferentes diâmetros. A combinação escolhida irá condicionar a vitória ao desafio.

Ao colocarmos duas rodas dentadas em contacto, de modo a criar uma engrenagem é possível verificar a transmissão da velocidade de rotação entre elas. A velocidade de rotação final da personagem depende do diâmetro das rodas dentadas utilizadas. Se pretendemos aumentar a velocidade de rotação de uma personagem devemos utilizar rodas de diâmetro inferior ao da roda de engrenagem inicial.



Existem muitas aplicações tecnológicas que utilizam este princípio da mecânica. Os motores de diversos transportes, os relógios mecânicos e diversos equipamentos fabris funcionam com sistemas de engrenagem.

35. Vê como eles te vêem

Este módulo pretende simular a visão de diversos animais, ilustrando alguns fundamentos de óptica geométrica. É composto por uma câmara de vídeo, que capta a imagem do visitante e a apresenta num ecrã LCD. No entanto, essa imagem é processada computacionalmente, de modo a simular a imagem percebida por um determinado animal. O visitante deve carregar num botão para seleccionar um animal e verificar como este vê. Pretende-se que o visitante compare e analise as diferentes percepções do mesmo objecto que diferentes animais possuem.

A constituição física dos olhos e respectiva interpretação cerebral dos vários animais é muito diversificada. Por exemplo, existem animais que vêem só algumas cores e outros que nem vêem cor.

Para compreender o fenómeno da visão devemos compreender algumas características da luz. Designamos por luz branca a luz proveniente do Sol. Esta é formada por um conjunto de luzes elementares, correspondentes às cores observadas num arco-íris. Na retina humana (zona posicionada na parte de trás do olho) existem células fotossensíveis à cor, que quando activados simultaneamente em proporções semelhantes, enviam a informação para o cérebro da mistura das cores, obtendo-se o branco. Accionados em proporções diferentes, criam as cores com que vemos o mundo. Há animais que não têm células sensíveis ao vermelho, como o cão, por isso não percebem as cores cuja mistura resulta do vermelho com alguma outra. Outros não têm nenhuma célula sensível à cor, por isso não detectam cores.

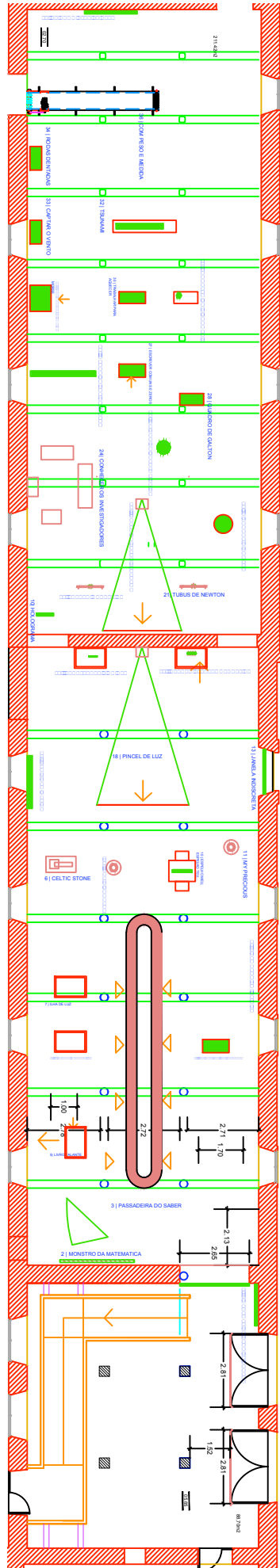
36. Com peso e medida

Este módulo corresponde ao final da exposição e pretende transportar o visitante para a saída da mesma. O processo utilizado é tipicamente fabril. Após o visitante subir para o módulo, será emitida uma etiqueta com a sua massa. Posteriormente, o visitante será encaminhado para uma passarela rolante que o transportará até à saída. Tal sucede como se de um saco de cereais se tratasse. Este módulo, apresenta uma forma lúdica de finalizar a exposição, permitindo desfrutar de uma vista panorâmica sobre a mesma.



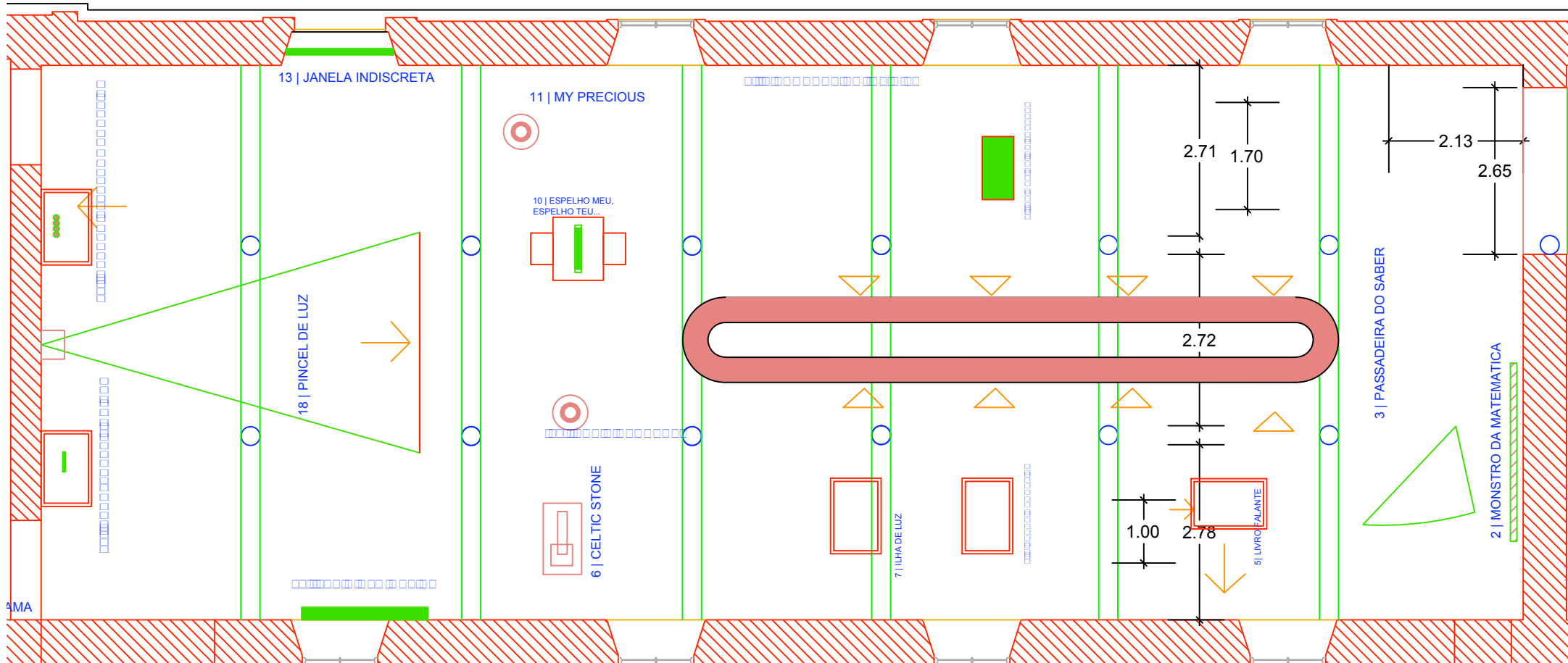
Anexo II

Layout da exposição com a distribuição dos
módulos – Exposição completa



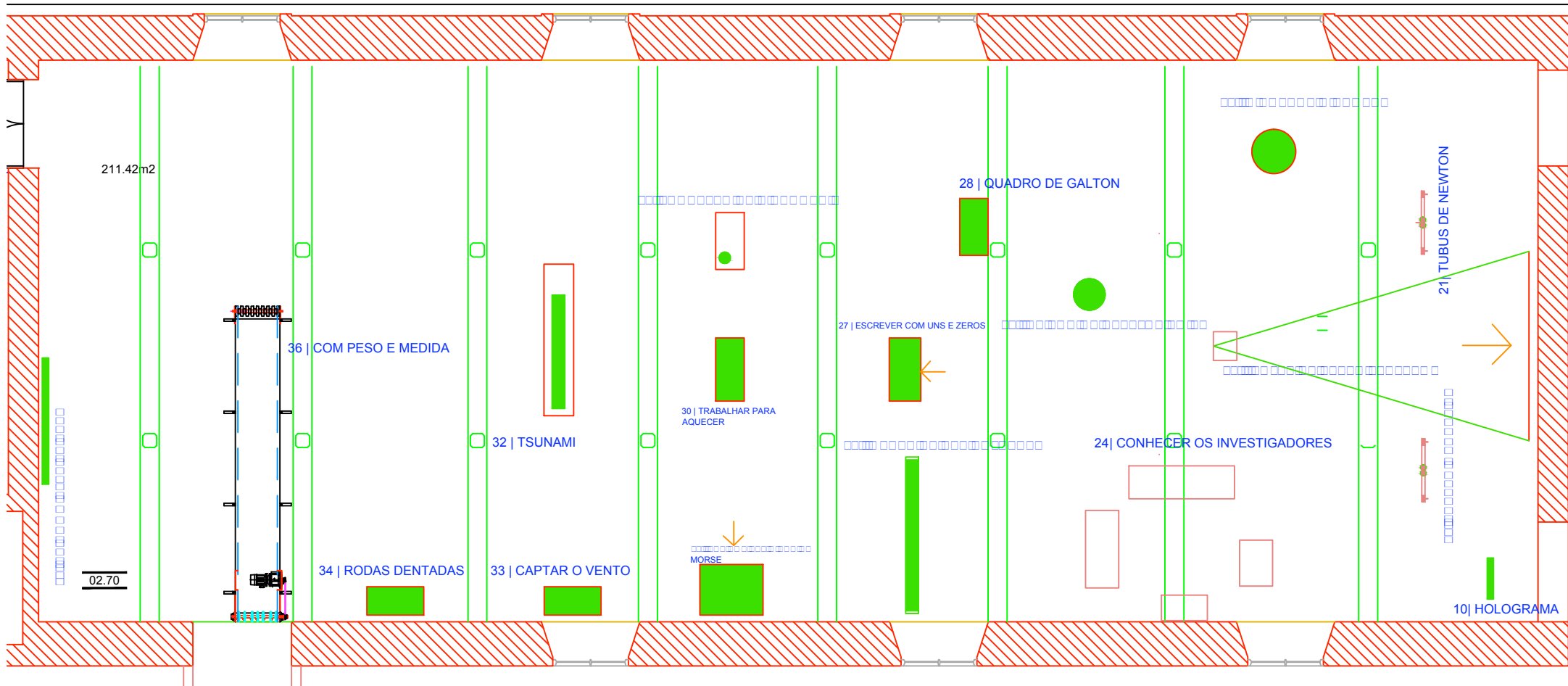
Anexo III

Layout da exposição com a distribuição dos
módulos – Primeira sala



Anexo IV

Layout da exposição com a distribuição dos
módulos – Segunda sala



Anexo V

Tabela com relação entre os módulos interactivos e os pressupostos científicos

TEMA		TÓPICO	MÓDULOS DA EXPOSIÇÃO MÃOS NA MASSA									
Física	Óptica	Cor, sistema RGB, reflexão, refracção, percepção, difracção, polarização	Vê o que o espelho te diz	Na óptica de Fresnel	À procura do infinito	Espelho meu espelho teu	Janela indiscreta	Ilha de luz	Lanterna mágica	Holograma	Labirinto óptico	Visão dos animais
	Electromagnetismo	Electricidade, magnetismo, electrostática	Pintura magnética	Canhão electromagnético	De pôr os cabelos em pé	Travão magnético						
	Mecânica	Leis do movimento e equilíbrio	Tubos de Newton	Mecânica das roldanas	Jogo de engrenagem	Captar o vento						
	Mecânica	Momento angular	Celtic Stone	My precious	Giroscópio humano							
	Mecânica	Tensão superficial	Esculturas líquidas	Bolas de sabão fantasma								
	Mecânica	Ondas mecânicas	Areia dançante									
Matemática	Geometria	Aritmética, Trigonometria, Inequações	O Monstro da Matemática	A matemática abre portas								
	Álgebra	Estatística, probabilidade, sistema binário	Código binário	Quadro de Galton								
Química	Electroquímica	Electrólise, pilha de hidrogénio	Foguetão de hidrogénio									
	Termodinâmica	Equivalente trabalho/calor	Trabalhar para aquecer									
Geologia	Sismografia	Tsunami	Tsunami									

Anexo VI

Caderno de actividades – *Mãos no Laboratório*



EXPOSIÇÃO INTERACTIVA "MÃOS NA MASSA" INTEGRA UM CONJUNTO DE, AP...

ENTRASTE NA GRANDE CAIXA DE ZINCO ONDULADO PONTADA...

MÃOS NO LABORATÓRIO

CADERNO DE ACTIVIDADES EXPERIMENTAIS
MÃOS NA MASSA

FÁBRICA
CENTRO CIÊNCIA VIVA
aveiro

ENVOLVENDO CONJUNTO CONJUNTO CONJUNTO
CONJUNTO CONJUNTO CONJUNTO
CONJUNTO CONJUNTO CONJUNTO



AGÊNCIA NACIONAL
PARA A CULTURA
CIÊNCIA E TECNOLOGIA



patrocinador principal
07/10



ciência, inovação
2010



Antes de começares!

O caderno de actividades *Mãos no Laboratório* apresenta-te um conjunto de actividades experimentais relacionadas com a exposição *Mãos na Massa*, que se encontra no *Centro de Ciência Viva de Aveiro, a Fábrica*. Queremos que *experimentes* a ciência e que encontres a explicação para fenómenos que certamente te surpreendem no dia-a-dia.

O nome *Mãos no Laboratório* significa que vais mesmo pôr as mãos na ciência e realizar experiências relacionadas com a luz, movimento e electricidade. Para facilitar damos-te algumas orientações e sugestões de materiais.

Muitas vezes pensamos que a ciência existe apenas nos laboratórios, mas ela está em todo o lado. Por isso estas actividades podem ser realizadas na *Fábrica*, na escola ou em casa. Podes criar o teu laboratório onde quiseses. No entanto, tal como num laboratório “a sério”, deves ter muita atenção e realizar estas actividades com cuidado, cumprindo sempre as normas de segurança.

Sabes de onde vem a luz? Sabias que a escuridão é a ausência de luz? Será que os nossos olhos vêem sempre a realidade? Alguma vez ouviste a frase “Os opostos atraem-se”? Já pensaste que tudo no Universo está em movimento? ...a ciência é um mundo fascinante, e permite-nos compreender vários fenómenos que ocorrem no nosso dia-a-dia. Este caderno de actividades irá ajudar-te a compreender melhor esses fenómenos.

Actividades

1. *Ver com as pontas dos dedos*

- Cor (cores primárias e secundárias da luz).

Actividades 1 e 4

- Máquina fotográfica, pinhole, olho humano, visão binocular, lentes, percepção.

Actividades 2, 3, 4, 5 e 6

- Espelhos

Actividades 7 e 8

- Velocidade da luz, polarização

Actividades 9 e 10

2. *Atrair ou ser atraído*

- Magnetismo

Actividades 1, 2 e 3

- Electrostática

Actividade 4

- Electromagnetismo

Actividades 2, 5 e 6

3. *Gira que gira*

- Momento angular

Actividades 1, 2, 3 e 4

- Leis do movimento

Actividades 5 e 6

- Tensão superficial

Actividade 7

- Força de atrito

Actividade 8

1. Ver com as pontas dos dedos

1. Jogo colorido

O que acontece ao observares um ecrã de televisão com uma lupa?

Público/abordagem:

- 1º e 2º Ciclos – jogo lúdico
- 3º Ciclo – Jogo RGB (cores primárias e secundárias)
- Secundário – absorção/transmissão de radiação

O que precisas?

- boneco colorido (ou pinta com guaches)
- 3 caixas de cartão
- filtros coloridos RGB (papel celofane verde, vermelho e azul)
- tesoura

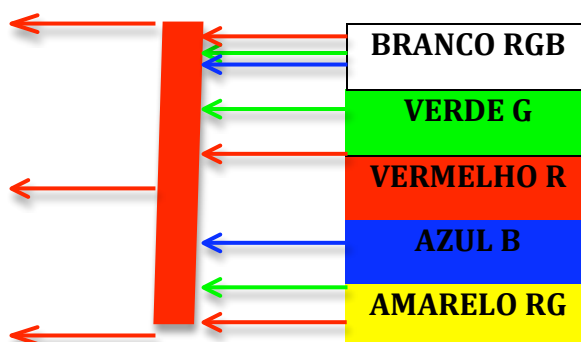
Como fazer?

- Recorta um rectângulo na tampa de uma das caixas e cola nele um dos filtros coloridos.
- Repete o procedimento anterior para as restantes caixas, colando os filtros verde e azul, respectivamente.
- Utiliza um boneco com diferentes cores.
- Coloca o boneco colorido dentro de uma das caixas e coloca a tampa na caixa. Observa as novas cores que o boneco apresenta.
- Experimenta alterar a tampa da caixa, utilizando os restantes filtros coloridos.

Podes ainda... forrar o interior das caixas com cartolina preto e observar o efeito das cores do boneco num fundo preto.



O que acontece?



As cores que observamos no nosso dia-a-dia, resultam de estímulos que os raios luminosos provocam nos nossos órgãos visuais. A cor de um objecto, iluminado por luz branca, resulta simplesmente deste reflectir de modo diferente a luz de cores verde, vermelho e azul. É por mistura da luz com estas três cores que se obtêm todas as outras. Também a cor das imagens na televisão resulta deste processo de mistura, sendo designado por RGB (Red, Green, Blue).

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos nos módulos: **Lanterna Mágica** e **Visão dos Animais**.

2. Lente de água

Consegues construir uma lupa com um frasco de vidro e água?

Público/abordagem:

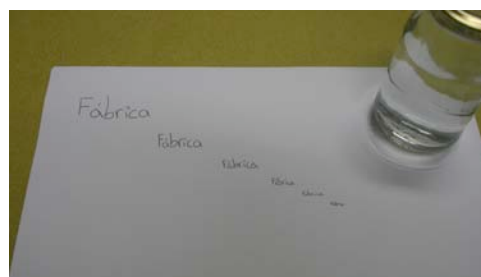
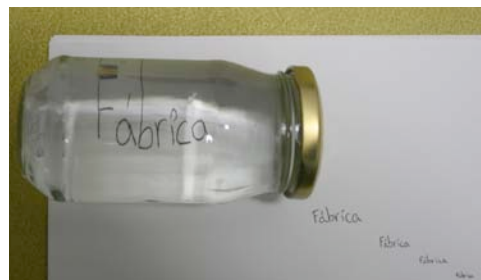
- 1º e 2º Ciclos – construção de uma lupa de água
- 3º Ciclo – refacção da luz
- Secundário – índice de refacção

Material:

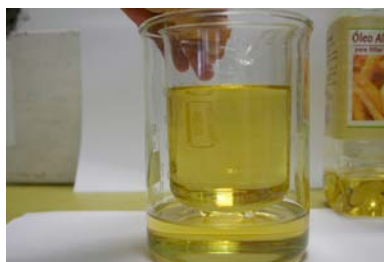
- Frasco de vidro transparente
- Água
- Óleo
- 1 copo de vidro grande
- 1 copo de vidro pequeno

Como fazer?

- a) Enche um frasco de vidro com água.
- b) Antes de o tapares, pousa numa mesa e verifica se está totalmente cheio. Nenhuma bolha de ar deve ficar no frasco.
- c) Segura agora o frasco na horizontal. Verifica que este funciona como uma lupa produzindo imagens ampliadas dos objectos.



Podes ainda... experimentar um fenómeno físico vulgarmente utilizado como um truque de magia. Este consiste em fazer desaparecer um copo de pirex. Para tal este copo deve possuir propriedades ópticas semelhantes às do óleo. Coloca óleo até um pouco mais de meio em cada copo. Coloca lentamente um copo dentro do outro, tal como é representado na figura. O que observas?



O que acontece?

Uma lente é um material transparente com propriedades ópticas diferentes do ar. Construíste uma lupa com um frasco de água, por um lado devido à diferença das propriedades ópticas da água e do ar, que conduzem a uma diferença de velocidades da luz que os atravessa. Por outro lado o copo é curvo, desviando os raios de luz que por ele passam, como se de uma lente de aumento se tratasse.

Na segunda situação, como ambos os copos possuem óleo, as suas propriedades ópticas (índice de refacção) não se alteram, não sendo perceptível o fenómeno da refacção. Para além disso o vidro utilizado apresenta um índice de refacção idêntico ao do óleo, deixando também este de se observar quando mergulhado.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos nos módulos: **Na Óptica de Fresnel, Ilha de Luz e Labirinto óptico.**

3. Caça ao pássaro

Sabes como são feitos os filmes?

Público/abordagem:

1º, 2º Ciclos – jogo lúdico

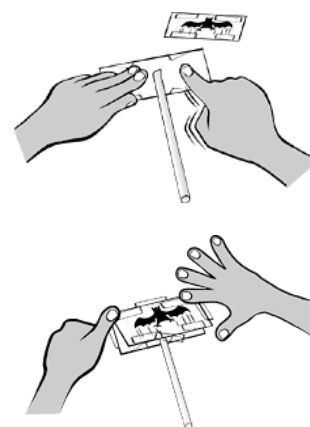
3º Ciclo – persistência visual

O que precisas?

- Lápis ou pau de espetada
- cartolina
- imagens (ver anexos)
- tesoura
- fita-cola

Como fazer?

- Corta um pedaço de cartolina com aproximadamente 4 cm de altura por 7 cm de largura. Com fita-cola fixa o lápis no meio da cartolina. Das imagens apresentadas em anexo, selecciona um par de imagens. Recorta-as e cola-as nos versos da cartolina tal se apresenta na figura.
- Segura agora o lápis e roda-o rapidamente nos dois sentidos. Observa os desenhos.



O que acontece?

Quando olhamos para a figura, o olho detecta a imagem que é transmitida ao cérebro.

Cada imagem fica retida na retina do nosso olho durante alguns milésimos de segundos (0,0625 segundos). Por isso, ao rodarmos o lápis rapidamente, antes que uma das imagens desapareça do nosso olho, a outra imagem também é detectada. Desta forma o nosso olho detecta a sobreposição das imagens e o nosso cérebro interpreta o resultado como um movimento (fusão das duas imagens). Este mesmo princípio, designado de persistência visual, foi utilizado para a criação do cinema.



Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos nos módulos: **Visão dos Animais.**

4. Disco mentiroso

Consegues criar uma ilusão de óptica?

Público/abordagem:

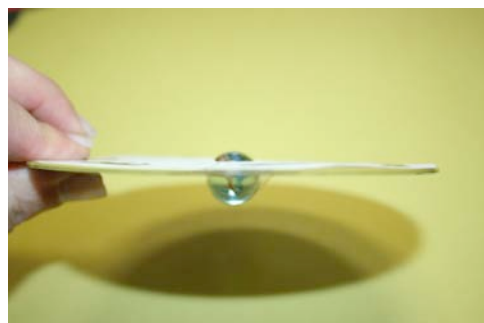
2º e 3º Ciclos – percepção visual

O que precisas?

- CD
- berlinde
- Discos com diferentes padrões (ver anexos)

Como fazer?

- a) Com fita-cola, fixa um berlinde no centro do CD para formar um disco rotativo.
- b) Alternadamente, fixa na face do CD os diferentes padrões que te propomos no final deste caderno de actividades, e observa as imagens que cada um produz quando os colocas em rotação.
- c) Existem padrões a preto e branco a outros com cores. Observa com atenção o que acontece durante a rotação a diferentes velocidades.



O que acontece?

O ser humano vê o mundo a cores porque os seus olhos possuem células sensíveis a três cores: verde, vermelho e azul. Estas são consideradas as cores primárias da luz. Quando temos a sensação de branco, significa que os três tipos de células estão uniformemente activados, uma vez que a luz branca é a sobreposição das três cores primárias. A rápida estimulação destas células com alternâncias de zonas claras e escuras, produz a saturação e a posterior recuperação, que tem resultados diferentes para os três tipos de células. Como resultado desta activação e desactivação obtêm-se cores aparentes. Os discos coloridos que experimentaste funcionam de forma semelhante.

Já as imagens em movimento que aparecem nos discos resultam da sobreposição das mesmas quando detectadas pelo olho com o disco a rodar. O cérebro produz a fusão destas imagens criando a ilusão de movimento.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos nos módulos: **Visão dos Animais.**

5. Câmara Pin Hole

Consegues construir uma câmara fotográfica sem utilizar lente?

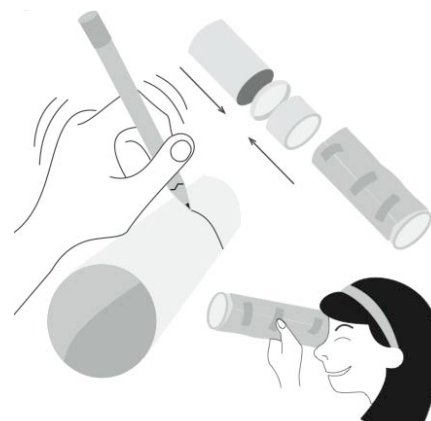
Público/abordagem:

1º e 2º Ciclos - construção de uma câmara fotográfica

3º Ciclo – projecção de imagens sem lente

O que precisas?

- tesoura
- agulha
- lata de batatas fritas *Pringles*
- papel de alumínio
- papel vegetal
- fita-cola
- caneta



Como fazer?

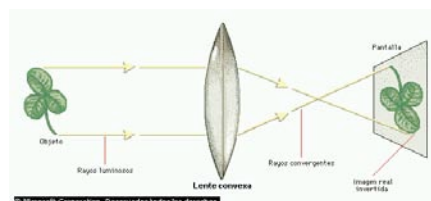
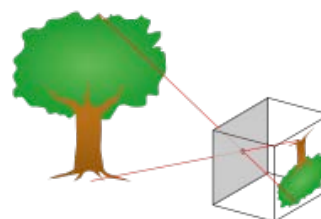
- Desenha uma linha em torno do tubo a 10 cm da abertura deste (ver figura). Corta o tubo pela linha. Com uma agulha, faz um pequeno furo central no fundo da lata. Como o fundo é de metal, podes precisar da ajuda de um adulto.
- Irás utilizar a tampa de plástico como ecrã. Como esta tampa é demasiado transparente, deves aplicar papel vegetal, para tornar este “ecrã” mais opaco. Coloca a tampa entre os dois tubos que possuis. Cola estas 3 peças com fita-cola.
- Para isolar o tubo, utiliza uma folha de papel de alumínio e cobre o conjunto como na figura.
- Experimenta esta câmara em dias de Sol. Aproxima o “ecrã” da câmara a um dos teus olhos, fechando o outro olho. Deves aproximar bem o olho para reduzir a luz que existe entre ele e o ecrã. Neste ecrã irás observar as imagens do que está à tua volta. Algo de estranho aconteceu?



O que acontece?

Acabaste de construir uma câmara *pinhole*. Vais observar imagens projectadas num alvo utilizando uma pequena câmara escura. A imagem é projectada através de um pequeno orifício (*pinhole*), o qual funciona como uma lente. É possível verificar que esta imagem é invertida e que a sua nitidez depende do tamanho do orifício. De uma maneira geral, quanto menor o diâmetro do furo, mais nítida será a imagem.

Este tipo de câmara foi das primeiras a ser utilizada para projecção de imagens. As câmaras fotográficas actuais em vez de pequenos orifícios, utilizam lentes para focar a imagem (ver figuras).



Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos no módulo:
Ilha de luz.

6. Porque temos 2 olhos?

Não precisas ter uma visão raios-X para poderes ver através de objectos sólidos!

Público/abordagem:

2º e 3º Ciclos – persistência visual

O que precisas?

- 1 folha de papel branca A4

Como fazer?

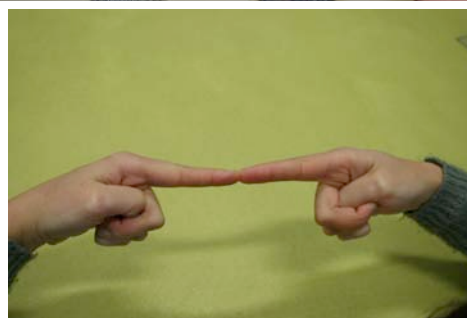
- Enrola uma folha de papel A4 em forma de tubo.
- Segura-o com a mão direita e olha através dele com o teu olho direito, como se fosse um telescópio.
- Mantém os dois olhos abertos.
- Coloca a mão esquerda, com a palma da mão virada para ti, encostada ao tubo. Move a mão lentamente em direcção à tua cara até conseguires olhar através do centro da palma da mão!



Podes ainda...

Com um olho fechado, e com os braços esticados experimenta aproximar os dois dedos indicadores, tocando-os. Conseguiste?

Outra experiência consiste em deixar os dedos alinhados tal como na figura, colocá-los a aproximadamente 20 cm dos olhos, e olhar para um objecto que se encontre atrás dos dedos. Consegues ver uma salsicha a levitar?



O que acontece?

Cada um dos nossos olhos detecta uma imagem diferente. É o cérebro que conjuga a informação, produzindo a fusão das duas imagens de modo a criar a percepção de uma imagem tridimensional. Quando os dois olhos detectam o mesmo objecto, o resultado não é estranho, no entanto tal não acontece se forcarmos um olho a olhar para um objecto e outro olho a olhar para um objecto diferente. Ao colocar um tubo de papel na direcção de um olho, procedesse ao bloqueio de parte da visualização, condicionando-a apenas a uma perspectiva circular na direcção do tubo. Quando se coloca a mão próxima do outro olho, obtemos uma situação em que cada olho capta uma imagem diferente, ou seja, um detecta a imagem completa da mão, e o outro detecta uma imagem circular de um objecto que se encontra atrás da mão. Quando o cérebro realiza a fusão das duas imagens, a interpretação final resulta na imagem da mão com um “furo” circular.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos no módulo:
Ilha de Luz.

7. O espelho mentiroso

Certamente pensas que é fácil, mas conseguirás escrever ao espelho?

Público/abordagem:

1º e 2º Ciclos – desafio de simetria

3º Ciclo – reflexão da luz em espelho plano

O que precisas?

- espelho plano
- plasticina
- folha de papel branca
- caneta

Como fazer?

Com um espelho colocado verticalmente sobre uma mesa (fixo com plasticina), coloca um papel branco encostado a ele. Olhando para o espelho escreve algumas palavras como ECO, CHICO, BICHO ou BECO e observa. Escreve agora o teu nome mas de modo a que fique correctamente escrito na imagem formada no espelho. Não é fácil pois não? Observa agora o que escreveste na folha.



Podes ainda... utilizar um conjunto de dois espelhos para escrever mensagens. Será mais fácil?

O que acontece?

Quando escreves o teu nome utilizando o espelho e o observas no papel, as suas letras ficam invertidas. Isto porque

Nesta situação o espelho plano produz uma imagem invertida, logo as letras escritas ficam invertidas. No entanto, algumas letras mais regulares podem surgir direitas (letras simétricas). Tenta escrever mensagens e posteriormente descodificá-las utilizando um espelho. É tudo uma questão de reflexão.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos nos módulos: **Vê o que o espelho te diz** e **Espelho meu, espelho teu**.

8. À procura do infinito

Os espelhos reflectem a luz dos objectos, mas será que o podem fazer infinitamente?

Público/abordagem:

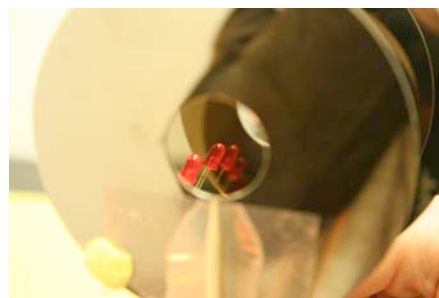
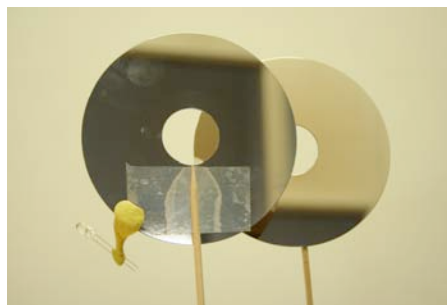
- 2º e 3º Ciclos – reflexão da luz

O que precisas?

- 2 CD's ou 2 discos de computador
- LED e pilha
- fita-cola
- plasticina
- 2 paus de espetada

Como fazer?

- Para observares a reflexão infinita de um objecto coloca paralelamente dois CD's (ou dois discos de computador) com as faces reflectoras voltadas frente a frente.
- Deves criar um suporte como se de uma lupa se tratasse. Para tal, fixa os paus de espetada aos CD's com um pouco de fita-cola.
- De seguida, coloca um objecto entre eles, por exemplo o LED aceso, utilizando a pilha.
- Fixa com plasticina este objecto a um dos lados do CD. Observa a imagem formada numa das partes espelhadas "espreitando" pelo orifício de um dos CD's. Consegues ver o infinito?



O que acontece?

Ao colocarmos dois espelhos planos paralelos e um objecto entre eles, observamos infinitas imagens desse objecto. Isto acontece porque estes dois espelhos, reflectem repetidamente a luz de um para o outro. Sempre que a luz de uma imagem é reflectida, é criada uma imagem adicional mais afastada que a anterior. Consequentemente vemos estas imagens infinitamente repetidas recuar, como um corredor que nunca mais acaba. Podes alterar o ângulo entre os espelhos, e observar o que acontece às imagens reflectidas.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos nos módulos: **À procura do infinito** e **Espelho meu, espelho teu**.

9. Determina a velocidade da luz?

Certamente sabes que a velocidade da luz é muito elevada, mas saberás calculá-la?

Público/abordagem:

3º Ciclo e secundário – determinação da velocidade da luz

O que precisas?

- forno microondas
- prato circular
- placa fina de gelo
- régua
- lápis papel e calculadora
- Copo com água

Como fazer?

- Coloca uma placa de gelo dentro do microondas em potência baixa, com o prato giratório desactivado. Como segurança coloca um copo de água a um canto do microondas.
- Liga o forno microondas por um período de aproximadamente 1 minuto.
- Retira o prato com a placa de gelo e observa que a mesma possui marcas bem definidas.
- A distância entre duas destas marcas consecutivas fornece uma medida que corresponde a metade do comprimento de onda da radiação electromagnética utilizada.
- Sabendo este comprimento de onda e conhecendo a frequência da radiação do microondas (um valor típico de 2450 Hz) pode-se obter a velocidade da onda electromagnética, que corresponde à velocidade da luz.



O que acontece?

Os fornos microondas utilizam radiação electromagnética de frequência específica (apresentada na traseira) para aquecer os alimentos através da vibração das moléculas. No interior do forno, quando as ondas se reflectem nas paredes do mesmo, cria-se um padrão de energia que consiste em zonas de alta energia e zonas de baixa energia. Nas zonas de alta energia as moléculas de água entram em vibração, produzindo marcas claras de zonas derretidas. É possível determinar o comprimento de onda medindo a distância destas zonas derretidas. Sabendo que $c = \nu \times \lambda$, é possível calcular a velocidade da luz.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos nos módulos: **Labirinto óptico, Areia dançante.**

10. Os filtros que polarizam a luz

Sabes como funcionam os óculos 3D?

Público-alvo:

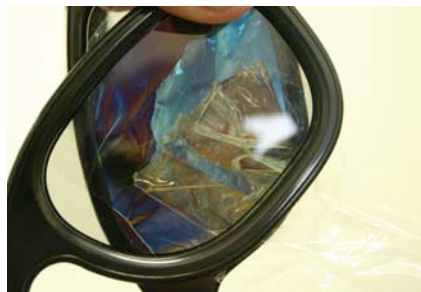
Secundário – fenómenos de polarização

O que precisas?

- Filtros polarizadores (de óculos 3D, ou de óculos de Sol)
- Papel celofane

Como fazer?

- Começa por confirmar se os filtros que possuis são polarizadores. Para tal, coloca-os um sobre o outro e roda um deles. Se para alguns ângulos observares o bloqueio da luz, significa que os teus filtros são polarizadores.
- Coloca os dois filtros frente a frente, e entre eles o papel celofane. Roda um dos filtros e observa o que ocorre ao papel celofane.
- Experimenta dobrar o papel celofane e observa novamente através dos filtros polarizadores.



O que acontece?

O papel celofane é um material birrefringente. Se um feixe de luz polarizada a 45° incidir sobre o papel, as componentes paralela e perpendicular levam tempos diferentes a saírem no polarizador de trás, provocando um desfasamento entre si. O resultado é a rotação da polarização da luz emergente, com relação à direcção da polarização incidente. Como cada componente de cor da luz branca sofre um desfasamento diferente, as cores vão-se alterar, consoante se for rodando o primeiro polarizador. Dobrando o papel celofane, o efeito é multiplicado.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar este fenómeno no módulo:
Janela Indiscreta.

2. Atrair ou ser atraído

1. Os ímanes e o magnetismo

Quando se parte um íman ele fica estragado?

Público/abordagem:

1º e 2º Ciclos – jogo lúdico com ímanes

3º Ciclo e secundário – atracção e repulsão magnética

O que precisas?

- ímanes rectangulares e circulares
- ferro em pó (limalha de ferro)
- íman partido
- caixa de plástico transparente
- conjunto de pequenas bússolas

Como fazer?

- Aproxima dois ímanes, posicionados de diferentes formas, e observa as diferentes interacções dos ímanes.
- Coloca um íman rectangular por baixo de uma caixa transparente que contém ferro em pó. Observa a orientação deste. Dispõe quatro pequenas bússolas sobre a caixa transparente, e analisa como estas se orientam.
- Posiciona vários ímanes em forma de disco sobre um lápis, e observa forças de atracção e repulsão. Experimenta alterar as faces de contacto entre os ímanes e construir um sistema de levitação como o da figura.
- Observa um íman partido, e tenta encaixar as partes soltas para formar o íman original. Conseguiu?



O que acontece?

Existem ímanes de várias formas - rectangulares, circulares, ovais - e em diferentes aplicações - para ligar carruagens, para segurar fotografias no frigorífico, para separação de metais nas lixeiras - mas todos eles têm duas extremidades chamadas pólos. Um é o pólo norte e outro é o pólo sul. Quando se aproximam pólos iguais (norte/norte ou sul/sul), os ímanes afastam-se – repulsão – quando se aproximam pólos diferentes (norte/sul ou sul/norte) eles juntam-se – atracção. Lembra-te do dito popular: os opostos atraem-se! Através deste fenómeno de repulsão ou atracção magnética, é possível mover comboios através de levitação magnética, ou fazer travar as bicicletas de ginástica, entre muitas outras aplicações. Quando se parte um íman obtêm-se pedaços que continuam a possuir dois pólos magnéticos. Dessa forma obtêm-se novos pequenos ímanes.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos no módulo: **Pintura Magnética.**

2. Electroíman

Consegues transformar um prego num íman?

Público/abordagem:

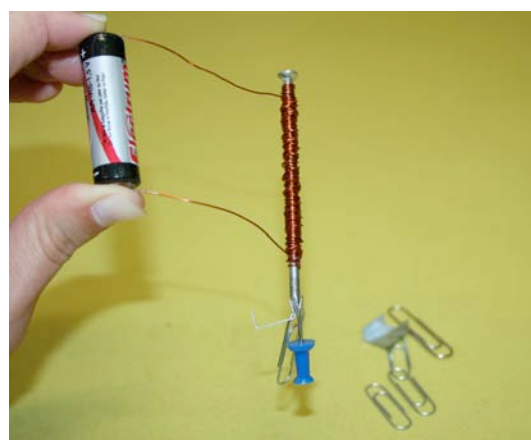
3º Ciclo e secundário – campo magnético e corrente eléctrica

O que precisas?

- pilha de 1,5 V
- fio de cobre
- prego de ferro
- elástico
- cliques

Como fazer?

1. Enrola o fio de cobre à volta do prego dando aproximadamente 50 voltas, deixando algum fio nas duas extremidades.
2. Liga os extremos dos fios aos pólos da pilha com a ajuda de um elástico.
3. Aproxima o conjunto (prego+enrolamento) de cliques e outros objectos, e descobre quais ele consegue atrair. Deste forma construíste um íman utilizando electricidade – electroíman.



O que acontece?

Sempre que há uma corrente eléctrica existe associado um campo magnético. O campo magnético é originado pelo movimento dos electrões. Se a corrente eléctrica for feita num sentido rectilíneo, o campo magnético é praticamente desprezável. No entanto, se o condutor eléctrico for enrolado em espiras, o efeito magnético tem uma amplitude superior. Ao colocar um prego de ferro no interior das espiras, este fica magnetizado por indução e passa a atrair os cliques, ou seja, funciona como um íman. Quando desligamos a pilha, o efeito desaparece passado algum tempo.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos no módulo:
Pintura Magnética.

3. Bússola caseira

Aprende a construir uma bússola para nunca mais te perderes!

Público/abordagem:

2º Ciclo - construção de bússola com material simples

3º Ciclo - magnetismo terrestre

O que precisas?

- rolha de cortiça
- água
- agulha
- íman
- taça de vidro
- fita-cola

Como fazer?

- a) Corta cerca de 1 cm de uma rolha de cortiça, formando um disco.
- b) Magnetiza a agulha raspando o seu lado pontiagudo num íman (raspa 20 vezes sempre no mesmo sentido, **não fazendo movimentos de ida e volta**).
- c) Fixa a agulha na rolha com fita-cola e coloca o conjunto na superfície da água. A posição da agulha vai indicar a direcção Norte-Sul.
- d) Para identificares qual o norte e qual o sul, deves comparar a orientação da bússola que construístes com uma bússola comercial. Experimenta rodar cuidadosamente a agulha para outras direcções e observa o que acontece.



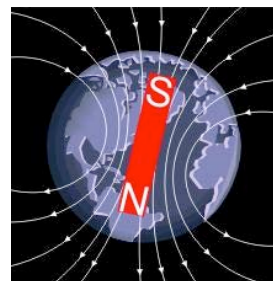
Podes ainda...

Verificar que a agulha magnetizada funciona como um íman. Para tal podes tentar atrair objectos com ela e tentar analisar por quantas horas fica magnetizada.

O que acontece?

Para construir uma bússola é necessário que previamente um íman tenha magnetizado a agulha da mesma. Esta agulha magnetizada funciona como um íman, orientando-se de acordo com o campo magnético terrestre.

As agulhas das bússolas apontam sempre para o norte, orientando-nos numa viagem. Isto é possível porque a própria Terra é um íman gigante, e tem uma orientação magnética bem definida.



Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos no módulo: **Pintura magnética.**

4. Onde pára a electricidade?

Consegues atrair uma lata com um balão?

Público/abordagem:

2º e 3º Ciclos – electricidade estática

O que precisas?

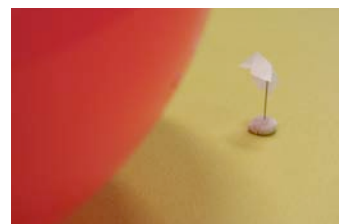
- | | | |
|-----------------|--------------|-----------|
| - Balão | - alfinete | - tesoura |
| - papel de seda | - plasticina | - secador |
| - lata de sumo | | |

Como fazer?

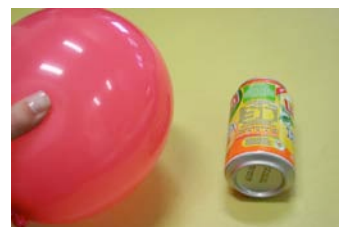
1. Corta uma tira de papel de seda com dimensões 10x15 cm. Faz cortes rectos e paralelos entre si, de modo a construíres uma franja na tira de papel. Após friccionares um balão numa camisola de lã ou no teu cabelo, aproxima-o da franja da tira de papel mas sem lhe tocar. Podes repetir a experiência aproximando o balão de pedaços de papel ou de um fio de água que corra numa torneira sempre sem tocar nos materiais. O que ocorre?



2. Podes atrair um pequeno pedaço de papel com um balão, simulando uma “bandeira ao vento”. Fixa um alfinete na vertical sobre uma superfície com plasticina. Corta um pedaço de papel de seda com 2 cm de lado e dobra-o ao meio. Equilibra o papel na cabeça do alfinete. Electriza novamente um balão numa camisola de lã e aproxima-o do papel sem lhe tocar. Observa os movimentos da “bandeira”.



3. Fricciona um balão numa camisola de lã. Pousa uma lata de refrigerante deitado e aproxima dela o balão sem lhe tocar. Lentamente afasta o balão da lata, esta irá seguir a direcção do balão, como se fosse atraída por um íman. Podes fazer corridas de latas, como de carros telecomandados se tratassem. **Nota:** a lata deve estar bem seca, para tal podes utilizar o secador.



O que acontece?

Electricidade estática significa electricidade “parada”. Ela acumula-se à superfície dos nossos corpos e faz com que ocorram descargas. O ar seco, que é um isolante, não permite que as descargas eléctricas se façam de forma contínua. Com o isolamento, as pessoas concentram em si mais energia e quando tocam noutra pessoa ou material, com carga eléctrica diferente, a descarga é maior e, por isso, mais sentida. Pelo contrário, quando o tempo está mais húmido, devido à presença de água na atmosfera, as descargas acontecem com mais regularidade e, por isso, são menos notadas. Quando friccionamos um balão numa camisola de lã ou cabelo, estamos a promover a acumulação de cargas eléctricas à superfície destes dois materiais. A carga eléctrica acumulada no balão pode ser utilizada para atrair materiais que possuam carga de sinal contrário, como por exemplo uma lata ou papel.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos no módulo:
De Pôr os Cabelos em Pé.

5. Motor caseiro

Sabias que os motores utilizam ímanes?

Público/abordagem:

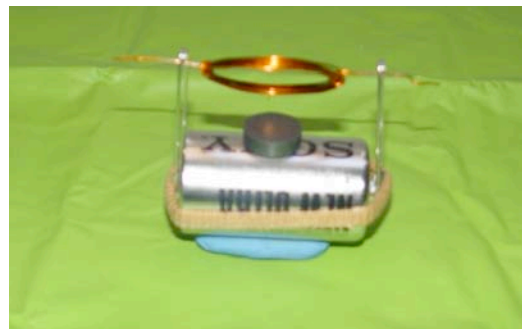
3º Ciclo e secundário – campo magnético

O que precisas?

- Fita-cola
- 1 pilha de 1,5 V (categoria D)
- 20 cm de fio de cobre
- Alicate de corte
- 1 íman
- 2 alfinetes

Como fazer?

- a) Deves inicialmente construir uma bobina, enrolando o fio de cobre em torno da pilha (aproximadamente 12 voltas), deixando 2 centímetros de fio em cada extremidade (a pilha serve apenas de molde).
- b) Nos pólos da pilha fixa com fita-cola 2 alfinetes, de modo a que os aros sirvam de suporte à bobina.
- c) Coloca o íman no centro da pilha
- d) Raspa cada uma das extremidades do fio mas apenas numa face deste. Coloca a bobina no suporte que preparaste e dá um pequeno impulso na bobina para esta iniciar a rotação. Observa o que acontece.



O que acontece?

Num motor eléctrico existe sempre uma bobine e ímanes. Quando existe corrente eléctrica no circuito ao passar na bobine cria um campo magnético que vai interagir com o campo magnético do íman. Deste modo existe um momento em que estes dois campos magnéticos se repelem ou atraem fazendo rodar a bobine. Deste modo o motor produz movimento.

No motor que construístes quando a corrente circula na bobine o campo magnético criado nesta vai ser repelido pelo campo magnético do íman. Esta interacção faz rodar a bobine meia volta, ficando em contacto a face do fio que não foi raspada, ou seja, a face não condutora. Deste modo deixa de existir corrente eléctrica a passar na bobina e gira a restante meia volta apenas por inércia. Após este processo volta a existir contacto na zona raspada, repetindo-se todo o processo.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos no módulo:
Canhão magnético

6. Electricidade manual

Consegues acender uma lâmpada com o teu trabalho?

Público/abordagem:

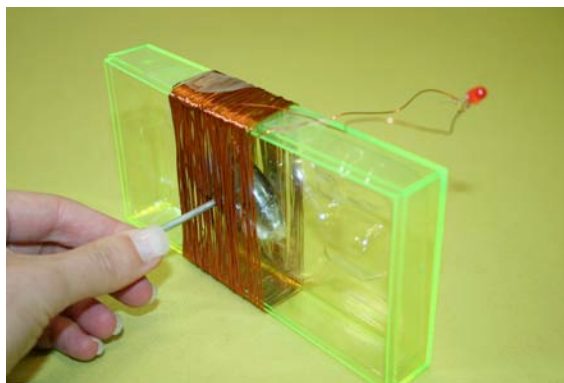
3º Ciclo e secundário – indução electromagnética

O que precisas?

- Caixa de cartão (ou acrílico)
- 2 ímanes rectangulares
- 1 prego grande
- 3 metros de fio de cobre
- 1 LED
- fita-cola

Como fazer?

- Constrói uma bobina em torno da caixa, enrolando nesta o fio de cobre. Deves dar aproximadamente 100 voltas, e deixar alguns centímetros nas extremidades.
- Fura a caixa no centro desse enrolamento e coloca um prego que irá atravessar a bobina.
- Dentro da bobina, através das entradas laterais da caixa, e junto ao prego deves fixar os ímanes com fita-cola. Estes devem ser posicionados de modo a permitir rodar o prego em conjunto com os ímanes, pois é este movimento que irá induzir corrente eléctrica no fio de cobre.
- Para comprovar que produzes electricidade, podes fixar um LED às extremidades do fio de cobre, e verificar que este acende sempre que rodas o prego com os ímanes com velocidade suficiente para tal.



O que acontece?

Quando um campo magnético varia no interior de uma bobine (ou condutor) produz um fenómeno de indução nessa bobine, ou seja, vai criar uma corrente eléctrica induzida. A variação do campo magnético pode ser produzida pelo movimento de ímanes (rotação ou queda livre). Neste gerador de corrente manual quando os ímanes rodam rapidamente vão induzir uma corrente eléctrica na bobine que vai alimentar o LED, acendendo-o instantaneamente. Interrompendo o movimento do íman, interrompes a produção da corrente eléctrica deixando o LED de se acender.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos nos módulos: **Canhão magnético** e **Trabalhar para aquecer**.

3. Gira que gira

1. A força centrípeta

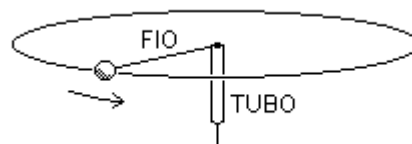
Porque será que uma patinadora encolhe os braços para girar sobre o gelo?

Público/abordagem:

3º Ciclo e secundário – estudo da força centrípeta e da gravidade

O que precisas?

- plasticina
- fio de nylon
- meia palhinha



Como fazer?

- Fixa uma extremidade do fio à plasticina e faz passar a outra extremidade pela palhinha.
- Fixa a extremidade livre do fio a um pedaço maior de plasticina, a cerca de 50 cm da palhinha. Verifica se o cordel desliza bem pela palhinha.
- Segura a palhinha juntamente com a bola maior de plasticina e faz rodar a bola pequena de plasticina. Larga a bola maior de plasticina mantendo a rotação. O que ocorre? Experimenta com diferentes velocidades de rotação.



O que acontece?

O movimento circular de um objecto possui associado ao objecto uma força que aponta para o centro – força centrípeta. Se esta força deixar de existir o objecto segue o seu movimento em linha recta na direcção tangente à curva. Num objecto a rodar preso a um fio, esta força encontra-se associada ao fio. Quanto mais rápida for a velocidade de rotação, maior será esta força. Tal pode-se verificar através da subida da massa pendurada.

Quando esta força não é suficiente para vencer o peso do objecto pendurado, este desce fazendo diminuir o raio da rotação do movimento do outro objecto. A diminuição do raio no movimento circular produz um aumento proporcional na velocidade angular do movimento de modo a ocorrer conservação do momento angular. Na rotação de uma bailarina quando ela encolhe os braços, devido ao mesmo fenómeno, produz um aumento na sua velocidade de rotação.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos nos módulos: **My Precious**, **Giroscópio Humano** e **Esculturas líquidas**.

2. O equilibrista

Já pensaste como os equilibristas conseguem caminhar sobre um arame?

Público/abordagem:

3º Ciclo e secundário – centro de massa

O que precisas?

- agulhas de tricô
- parafusos de latão
- rolhas
- fio

Como fazer?

1. Enrosca um parafuso no fundo da rolha e enfia duas agulhas de tricô na rolha, em posição oblíqua.
2. Posiciona o parafuso sobre um fio esticado e tenta equilibrar o sistema que construístes.

Podes ainda... partir um palito ao meio para servir de pernas a um boneco de plasticina. Na barriga desse boneco fixa um arame maleável e na sua extremidade coloca um pedaço de plasticina. Deves pousar este boneco de plasticina sobre uma mesa, e tentar encontrar o seu ponto de equilíbrio. É possível que tenhas de alterar o local onde fixaste os palitos ou a curvatura do arame.



O que acontece?

O centro de massa é um ponto geométrico onde pode ser considerado existir a massa total de um corpo. O equilíbrio estável de um sistema é obtido quando o seu centro de massa se encontra abaixo do ponto de apoio. Tendo em conta esta condição, um arranjo com massas inclinadas para baixo pode ser facilmente equilibrado.

O sistema que construístes equilibra-se porque a maior parte do seu peso está nas agulhas de tricô, abaixo do fio, criando assim um equilíbrio estável. Um equilibrista quando caminha sobre um arame possui uma barra de equilíbrio, a qual faz baixar a centro de massa do conjunto equilibrista+barra para um ponto abaixo dos seus pés no arame (ponto de apoio).

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos no módulo:
Giroscópio Humano.

3. Corrida de moedas

Já pensaste porque é que os piões rodam tanto tempo sem cair?

Público/abordagem:

3º Ciclo e secundário – conservação do momento angular

O que precisas?

- diferentes moedas
- diferentes superfícies

Como fazer?

Faz girar uma moeda numa mesa e observa a sua queda. Experimenta com moedas de diferentes dimensões e observa. Utiliza diferentes superfícies (mais polidas ou mais rugosas) onde girar as moedas. Compara as diferenças e tenta compreender o que influencia o tempo de queda das moedas.



O que acontece?

O equilíbrio das moedas surge quando estas possuem movimento de rotação, devido à conservação do momento angular, ocorrendo um fenómeno idêntico ao de um pião ou ao andar de bicicleta.

Verifica como a frequência sonora associada à rotação das moedas aumenta à medida que diminui a sua inclinação.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos no módulo: **My Precious**.

4. Colher teimosa

Sabias que alguns objectos invertem o seu sentido de rotação sozinho?

Público/abordagem:

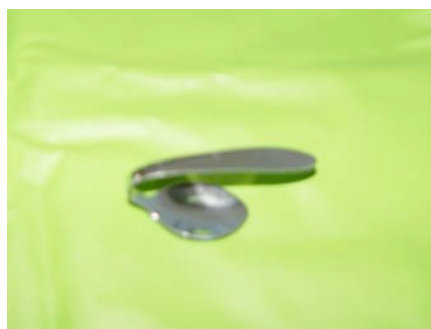
3º Ciclo e secundário - conservação do momento angular

O que precisas?

- Colher de café de metal
- Colher de sopa de plástico
- 2 cliques

Como fazer?

- Dobra a pega da colher de metal para cima da superfície concava da colher, mas de forma a que não fique simétrica, ou seja, que as duas partes não fiquem alinhadas.
- Pousa a colher com a superfície convexa sobre uma mesa e roda-a num sentido. Se ela cair deves dobrar mais a pega da colher.
- Observa a rotação da colher. Quando esta parar, roda-a no sentido oposto e observa.



Podes ainda... observar o mesmo fenómeno mas com outros materiais. Por exemplo utilizando uma colher de plástico e dois cliques. Deves retirar o cabo utilizando apenas a concha da colher e fixar os cliques apontando para fora e em extremos opostos, como se mostra na figura. Roda a colher e observa o que acontece.



O que acontece?

Para um dado sentido, a colher tende a inverter o sentido da rotação que lhe é inicialmente dado. Este fenómeno ocorre para que se verifique a conservação do momento angular. O objecto em rotação não é simétrico e não possui uma massa uniforme, o que faz com que num sentido de rotação, oscile e inverta o seu sentido.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar este fenómeno no módulos **Celtic Stone**.

5. Jogo de engrenagem

Sabes como funcionam as bicicletas com mudanças?

Público/abordagem:

3º Ciclo e secundário – rodas dentadas

O que precisas?

- Tiras de cartão canelado
- Tampas de plástico de diferentes tamanhos
- 1 placa de cortiça
- Alfinetes
- Cola

Como fazer?

- Enrola uma tira de aproximadamente 1 cm de largura em volta do rebordo de uma tampa de plástico. Os “dentes” do cartão devem ficar virados para fora e bem esticados, para estarem a intervalos iguais em volta da tampa. Cola cuidadosamente o cartão na tampa.
- Faz um pequeno furo no meio da tampa e fixa-a à base de cortiça, de modo que gire livremente.
- Utilizando o mesmo processo, faz engrenagens de tamanhos diferentes.
- Para fazeres funcionar as engrenagens, terás que fixá-las à cortiça de modo que os dentes encaixem.
- Podes ligar várias engrenagens em série. Experimenta rodar uma mais pequena e observa o que acontece à maior. Faz as tuas próprias combinações e tira conclusões.



O que acontece?

Os sistemas de engrenagem encontram-se em vários equipamentos, como os relógios, as bicicletas de montanha, entre várias outras máquinas industriais.

Quando fazes rodar uma engrenagem, uns dentes empurram os outros na seguinte engrenagem fazendo-a rodar na direcção oposta. A velocidade de rotação das engrenagens varia com o seu raio. Se fizeres girar uma engrenagem grande com uma mais pequena, uma delas fica com maior velocidade. Assim podes encontrar sistemas para fazer aumentar ou diminuir a velocidade dos objectos. Este é o princípio de funcionamento das bicicletas de mudanças.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos no módulo:
Jogo de Engrenagem.

6. Desenhos com engrenagem

Como desenhar padrões utilizando engrenagens?

Público/abordagem:

2º e 3º Ciclos – desenhar padrões com rodas dentadas

O que precisas?

- 1 tampa de plástico
- 1 caneta ou lápis
- Tira de cartão canelado
- Placa de cortiça
- Papel de desenho
- Alfinetes
- Tesoura
- Caixa circular

Como fazer?

- Retira a tampa e o fundo da caixa circular de modo a obter um molde.
- Cola uma estreita tira de cartão canelado em volta da parede interior do molde, de modo que a parte canelada fique voltada para dentro.
- Constrói uma roda dentada, tal como é apresentado na actividade número 5, e faz pequenos furos na tampa de plástico a diferentes distâncias do centro. Os orifícios servirão para colocares a ponta da caneta ou lápis.
- Fixa uma folha de papel sobre a placa de cortiça.
- Coloca o molde sobre o papel segurando-o com a mão. Coloca no seu interior a roda dentada encaixando as engrenagens.
- Introduz a ponta de uma caneta num dos furos e utiliza-a para moveres a engrenagem cuidadosamente. À medida que a engrenagem roda, a caneta vai traçando uma linha no papel.
- Experimenta diferentes furos da engrenagem e observa os diversos desenhos formados.



O que acontece?

Fazendo rodar as engrenagens, obtêm-se belos desenhos. À medida que uma engrenagem gira, cada ponto da superfície da roda segue um percurso diferente. Traçando estes percursos, podemos desenhar arcos e curvas bem definidos que se repetem periodicamente e se vão deslocando à medida que a engrenagem gira.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos no módulo:
Jogo de Engrenagem.

7. Palitos fantasma

A ciência por trás da magia.

Público/abordagem:

2º e 3º Ciclos – experiência lúdica

O que precisas?

- 5 palitos
- água

Como fazer?

- Parte cinco palitos ao meio, mas sem separar as duas partes.
- Coloca-os numa superfície plana e forma uma estrela, pondo os palitos uns ao lado dos outros, com os lados partidos a apontarem para o centro da estrela (ver figura).
- Deixa cair uma gota de água no meio da estrela. Observa o que acontece aos palitos.



Podes ainda...

Fazer uma figura idêntica à anterior com pequenos pedaços de plástico e colocá-la à superfície de uma tina com água. Deixa cair uma gota de detergente no centro da figura e observa o que ocorre.

O que acontece?

Por capilaridade os palitos absorvem água, o que vai provocar o inchar da fibra da madeira. Este processo produz forças na madeira dos palitos as quais vão provocar o movimento dos mesmos.

A superfície da água possui alguma elasticidade devida a uma sua característica (tensão superficial). É esta a característica que permite que alguns insectos caminhem sobre a superfície da água. Quando se introduz detergente na água, esta característica desaparece, ou seja, a tensão superficial diminui o que produz o movimento dos pedaços de plástico.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos no módulo:
Bolas de sabão fantasma.

8. Pena acelerada

O que chega ao chão primeiro, um livro ou uma pena?

Público/abordagem:

3º Ciclo e secundário – força de atrito / resistência do ar

O que precisas?

- Livro de capa rígida
- Pena

Como fazer?

- a) Deixa cair um livro e uma pena ao mesmo tempo, lado a lado. Observa a queda.
- b) Consegues fazer o livro e a pena chegarem ao chão ao mesmo tempo? Basta colocar a pena sobre o livro e deixar este cair.
- c) Podes ainda deixar cair ao mesmo tempo uma folha de papel lisa e outra amachucada, e observar a sua queda.



O que acontece?

Os corpos caem devido à força da gravidade que os puxa para baixo na direcção vertical para o centro da terra. Quando um corpo cai na superfície do planeta terra este encontra sempre algum atrito devido à existência de atmosfera (resistência do ar). Para os corpos pesados, este efeito da resistência do ar é desprezável. No caso de corpos extremamente leves (pena ou folha de papel) e com formas pouco aerodinâmicas (elevada área de contacto), este efeito da resistência do ar na queda livre possui uma grande influência, diminuindo significativamente a velocidade da queda. Desta forma, devido à resistência do ar, os corpos extremamente leves e pouco aerodinâmicos demoram mais tempo a cair, comparando com outros corpos de massa superior. No entanto, as leis da física dizem-nos que todos os corpos caem ao mesmo tempo, pois essa queda é devida apenas à aceleração da gravidade. Assim, se conseguirmos retirar a resistência do ar nos corpos leves, estes devem cair de igual modo rápido como os corpos de massas superiores. Uma pena irá cair rapidamente como um livro se durante a sua queda, não encontrar ar na descida (ausência de resistência de ar). Tal é conseguido quando esta cai juntamente com um livro.

Na exposição MÃOS NA MASSA podes experimentar estes fenómenos no módulo: **Tubos de Newton.**

A tua opinião conta

O caderno de actividades *Mãos no Laboratório*, apresenta um conjunto de actividades experimentais relacionadas com a exposição *Mãos na Massa*. No entanto, existem muitas formas de realizar estas experiências, utilizando diferentes metodologias e materiais. Podes construir o teu próprio laboratório e realizar as actividades que aqui te propomos mas com diferentes estratégias. A Fábrica propõe-te o desafio de realizares as actividades que achares mais interessantes, tentando inovar algumas delas. Abrimos portas à tua criatividade!

Se tiveste dúvidas enquanto realizavas as várias actividades, também te podemos ajudar e dar algumas dicas.

Envia as tuas sugestões, dúvidas e fotografias das experiências realizadas para Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro, Rua dos Santos Mártires, 3810 – 117 Aveiro, fabrica.cienciaviva@ua.pt.

Assim poderemos melhorar algumas propostas e criar novas actividades para no futuro experimentares.

ANEXOS

